

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



TRABAJO FIN DE MÁSTER

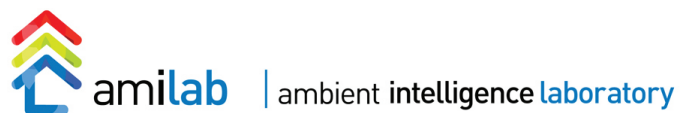
PROPUESTA Y EVALUACIÓN DE HERRAMIENTA MÓVIL DE GUIADO EN
EXTERIORES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL

Adalberto Plaza Jurado

Septiembre 2014

Tutor:

Germán Montoro Manrique



Resumen

El siguiente documento parte de la propuesta principal de trabajo futuro formulada en el *Trabajo Fin de Grado* presentado por el mismo autor [19]. Esta propuesta dejaba abierta la posibilidad de evaluar y mejorar el sistema presentado previamente con usuarios reales. A partir de dicho sistema, se realiza una primera iteración sobre el mismo, mejorándolo y adaptándolo al contexto. Esta adaptación repercute principalmente sobre la interfaz, que se rediseña de manera más enfocada al usuario y siguiendo los criterios establecidos por los profesionales en el ámbito de la asistencia a personas en situación de discapacidad intelectual.

Una vez se dispone de la herramienta adaptada, se diseña la evaluación que se realizará con los usuarios. Esta evaluación se llevó a cabo con un grupo de alumnos de capacitación laboral de la *Fundación de Síndrome de Down de Madrid*. Dos grupos de usuarios realizaron dos rutas similares, alternando el la aplicación usada. La herramienta adaptada (*AssisT-Out*) y otra comercial (*Google Maps*). A lo largo de todo el estudio se siguen diferentes métodos de evaluación que permiten recoger diferentes aspectos del proceso. A partir de tests, observaciones y otras metodologías se recogen datos cualitativos y cuantitativos del proceso para su posterior análisis.

Finalmente y con los datos mencionados, se realiza una análisis de los mismos que permite extraer las conclusiones finales acerca del impacto real de la herramienta así como la aceptación por parte de los usuarios de la misma. Estos resultados positivos, se enfrentan a los de la herramienta comercial y son extrapolables a otras herramientas asistencia similares.

Palabras clave

Navegación en Exteriores, Discapacidad Intelectual, Inteligencia Ambiental, Evaluación, Teléfono inteligente.

Abstract

The following document starts with the main proposal for future work made in the *Undergraduate Thesis* presented by the same author [19]. This proposal opens the possibility of evaluating the system with real users. Beginning with this system, we perform a first iteration, improving and adapting to the context. This adaptation affects mainly on the interface, which is designed for being more user-friendly, following the criteria established by professionals in the field of assistance to people experiencing intellectual disabilities.

Once we had the adapted tool, we design the evaluation to test the system with users. This evaluation was carried out with a group of students in occupational training in the *Down Syndrome Foundation of Madrid*. Two groups of users made two similar routes, swapping the used application. The adapted tool (*Assist-Out*) and one commercial (*Google Maps*). Throughout the entire study different evaluation methods were used, collecting several details of the evaluation. With tests, observations and other methodologies we collect qualitative and quantitative data for subsequent analysis.

Finally, with the above data, we made an analysis of the data to extract the final conclusions about the real impact of the tool as well as the degree of acceptance by users. These positive results are confronted with the commercial tool and can be extrapolated to other similar support tools.

Keywords

Outdoor Navigation, Mental Impairment, Intellectual and cognitive Disabilities, Way-finding, Ambient Intelligence, Evaluation.

Agradecimientos

A todos los que siempre han estado.

Adalberto Plaza Jurado
26 de septiembre de 2014

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Introducción	1
1.2. Motivación y antecedentes	3
1.3. Objetivos	9
1.4. Estructura de la memoria	10
2. AssisT-Out	11
2.1. Introducción	11
2.2. Descripción del sistema	12
2.3. Modelo de proceso y aportación	14
2.4. Herramienta móvil	17
2.5. Herramienta de autor	21
2.6. Mejoras internas	23
3. Evaluación	25
3.1. Preparación	25
3.1.1. Los usuarios	25
3.1.2. Las rutas	27
3.2. Procedimiento	29
3.2.1. Inicio de cada sesión	29
3.2.2. Durante la sesión	31
3.2.3. Final de cada sesión	34
3.2.4. Iteraciones finales	37
3.3. Resultados	38
3.3.1. Eventos observados en ruta	38
3.3.2. Atención al móvil y al entorno	40
3.3.3. Éxito en el guiado	42
4. Conclusiones y Trabajo Futuro	45
Bibliografía	51
A. Escenarios y diagrama de secuencia	53
B. Encuesta Inicial	55
C. Cuestionarios post-sesion de AssisT-Out y Google Maps	61
D. Ejemplo de Log de sesión	71

Índice de Figuras

2.1. Arquitectura cliente-servidor.	12
2.2. Ruta sencilla con pasos intermedios.	14
2.3. Ejemplo de guiado con Google Maps.	15
2.4. Metodología ágil utilizada.	16
2.5. Pantalla de selección de usuario.	18
2.6. Pantalla de selección de destino.	19
2.7. Pantalla de guiado.. . . .	20
2.8. Punto de destino alcanzado y pantalla final.	21
2.9. Un usuario con sus puntos de destino.	22
2.10. Registro de una ruta. Verde: ruta propuesta por la herramienta. Azul: ruta realizada por el usuario.	23
2.11. Panel de localización de los usuarios. Verde: usuarios online. Gris usuarios offline.	24
3.1. Rutas de evaluación.De izquierda a derecha: ruta 1 y ruta 2.	28
3.2. Latin Square.	29
3.3. Herramienta de evaluación de los vídeos de rutas.	38
3.4. Número de usuarios que alcanzaron el destino, clasificados por la herramienta usada.. . . .	43

Índice de Tablas

3.1. Datos principales de cada grupo de evaluacion.	26
3.2. Resultados del test post-sesión.	36
3.3. Observaciones anotadas en las sesiones y en los análisis de vídeos.	39
3.4. Porcentaje de pasos de peatones cruzados correctamente y porcentaje de tiempo de ruta mirando al móvil.	41

1 | Introducción

1.1. Introducción

En la sociedad moderna, el ritmo de vida de la población, hace necesario el continuo desplazamiento alrededor de unos lugares establecidos y relativamente frecuentes para cada individuo. Permitiéndole de esta forma llevar a cabo las actividades diarias y cotidianas. Se establece entonces una rutina de desplazamientos: desplazándose diariamente para ir al trabajo, acudiendo regularmente al mismo o mismos supermercados, etc. Este tipo de desplazamientos o rutas son normalmente conocidas por la persona, pero ocurre en algún momento, que dicha ruta ha tenido que ser aprendida desde cero. En dicho momento, cuando el individuo tiene que enfrentarse a una nueva ruta y por lo tanto no conocida, se suele apoyar en algún tipo de ayuda externa. Esta ayuda puede comprender desde un guiado completo para llegar al lugar deseado (con una aplicación móvil, un mapa, etc.) hasta unas simples instrucciones orientativas dadas por algún viandante o buscadas previamente por la persona.

Centrándonos en las aplicaciones móviles, salta a la vista que el mercado se encuentra en pleno auge, surgiendo cantidad de herramientas de guiado diseñadas para proporcionar un apoyo al usuario. Aplicaciones que se limitan a proporcionar un guiado eficaz en ciudad o rutas de ocio, pero también otras que van más allá: recomendando lugares, almacenando y publicando los desplazamientos, calculando los pasos estimados dados cada día, etc. Se observa a simple vista que el uso de estas aplicaciones más completas y en principio más complejas suponen, cuanto menos, un reto cognitivo superior al de un simple guiado. Por lo tanto se requiere entonces cierto nivel de capacidad mental para un correcto uso de las mismas, conteniendo estas lo que denominaremos distractores. Se entiende por distractor cualquier elemento interno o externo que desvíe la atención sobre la tarea principal que es el guiado.

Conseguir una navegación autónoma para el colectivo de personas en situación de discapacidad intelectual conlleva un incremento en su independencia diaria hacia terceros. Esta independencia supone no sólo una mejora en su calidad de vida: libertad de movimiento y desplazamiento autónomo, ejercicio durante el mismo, etc. sino que además supone una oportunidad ocupacional en el entorno laboral, desde el momento en que un requisito del mismo es el desplazamiento al trabajo [14].

De acuerdo con *Montello et al.* [16], la navegación por el entorno es una tarea determinada principalmente por dos factores humanos: la locomoción y la capacidad de guiado. Asumimos el primer factor como satisfactorio al no presentarse impedimentos físicos en el caso que nos concierne. Por otro lado, la efectividad para el guiado en la orientación de la persona requiere, generalmente, un set estructurado de instrucciones o pistas que proporcionen ayuda y no supongan confusión para el usuario. Por lo tanto, se debe prestar especial atención a las necesidades especiales que presentan los usuarios con discapacidad intelectual. Estos usuarios pueden presentar diferentes niveles de limitaciones cognitivas tales como comprensión lectora, problemas de atención, de comportamiento, capacidad de aprendizaje o el propio cociente intelectual, entre otros. Debido a esto, la información ha de ser presentada de una manera simple pero a la vez precisa, siendo completa pero no complicada. Otro aspecto importante que se remarca en el artículo de *Montello* es el sentido de la orientación y de la atención. Estos sentidos se reflejan en el grado en el que la persona es consciente de donde se encuentra y de la posición relativa con su destino o siguiente punto a alcanzar. No necesariamente ha de ser de una forma segura 100 % pero sí al menos parcialmente. Este aspecto puede ser un impedimento para el colectivo objetivo. Por ello la aproximación propuesta consiste en un sistema de instrucciones paso-a-paso en el cual el usuario únicamente ha de ser consciente del paso que se encuentra realizando, abstrayéndose completamente de la totalidad de la ruta. Acerca de la atención requerida, la actividad de guiado requiere una considerable concentración y no distracción. La solución propuesta para afrontar este problema se basa en el mismo principio de paso-a-paso. Este principio no es mas que un manual de guiado con acciones e instrucciones atómicas, donde los usuarios con necesidades especiales se centrarán en una sola tarea, minimizando al máximo la carga cognitiva necesaria.

Considerando entonces la meta a alcanzar y las limitaciones que pueden surgir, se ha desarrollado una herramienta de asistencia que, a través de *smartphones* proporciona un guiado adaptado a usuarios en situación de discapacidad intelectual. La característica más inmediata al uso es la interfaz adaptada y su alta usabilidad. Permitiendo a los usuarios una mejor comprensión de las instrucciones e indicaciones dadas por la herramienta. Debido a esta adaptación y a la importancia de proporcionar unas instrucciones entendibles, el elemento principal en el que se apoya la herramienta, es en la presentación de imágenes reales a pie de calle proporcionadas por *Google Street View*. Dichas imágenes tienen como fin apoyar la instrucción recibida, aclarando al usuario la orientación o localización mediante una imagen real. Además, el sistema proporciona una herramienta de autor para los educadores que les permite realizar tareas de administración y seguimiento de los usuarios: crear puntos de interés, localizar usuarios en tiempo real, revisar rutas, etc.

Haciendo uso de la aplicación móvil (que será descrita mas adelante), se ha preparado un estudio de campo con los educadores y usuarios finales. La finalidad de esta evaluación es determinar el impacto real de la herramienta adaptada así como valorar cómo de útil es

la ayuda recibida para los usuarios de este tipo de herramientas frente a otras soluciones comerciales estándar. En el estudio, los usuarios realizaron dos rutas diferentes, alternando la aplicación usada en cada una de ellas (herramienta adaptada *AssisT-Out* y herramienta comercial *Google Maps*). En cada ruta o sesión se anotaron diferentes aspectos para su posterior análisis. Permitiendo conocer al final la percepción de los usuarios, los errores cometidos, diferencias de uso en las herramientas, medidas objetivas, etc.

A lo largo del estudio se han usado metodologías adaptadas al contexto que mezclan diferentes elementos básicos de análisis ampliamente aceptados científicamente. Por una parte metodologías de indagación que incluyen: sesiones de *focus group*, cuestionarios y observación de campo. Estas interacciones tanto con usuarios como con educadores proporcionan un valioso set de datos e impresiones y permiten valorar, entre otros, las habilidades de los usuarios, estableciendo una consistente base de datos para el experimento. Por otra parte, se han realizado también metodologías de test tanto durante las sesiones como test post-sesión. Estas interacciones han permitido reunir diferente información acerca del desarrollo del experimento mediante métodos como: grabación de las sesiones, método del conductor, pensar en alto o test de conocimiento post-sesión. Finalmente y con toda esta información, se ha realizado un análisis estadístico, presentando una batería de resultados finales.

Estos resultados muestran diferentes aspectos y conclusiones acerca de la aceptación por parte de los usuarios de una herramienta adaptada, así como sus ventajas. Además el estudio ha permitido estudiar el papel que juegan estas aplicaciones en cuanto a la relación del usuario con el entorno. Observándose como las habilidades de cada usuario determinan en gran medida este tipo de cuestiones.

1.2. Motivación y antecedentes

En el ámbito en el que se engloba este proyecto, las tecnologías para la asistencia, el paradigma *Interacción Persona Ordenador* (IPO, HCI en inglés) toma un rol cuanto menos importante. Debido a las necesidades especiales del colectivo objetivo, se ha de presentar especial atención a este aspecto que determinará en un grado no desdeñable el éxito del proyecto. Estas necesidades por tanto, marcarán la hoja de ruta a seguir. No se afronta de igual manera el desarrollo de una herramienta de asistencia para personas invidentes, las cuales necesitarán probablemente un refuerzo sonoro, que una herramienta para usuarios daltónicos, quienes probablemente tan sólo necesitarán una escala cromática adecuada.

Por tanto, proporcionar un guiado a personas con discapacidad intelectual requiere un esfuerzo de diseño adaptado, prestando especial atención a los detalles de interacción. Las herramientas de guiado convencionales y las ya existentes como *Google Maps* (herramienta con la que se ha realizado la comparativa de usabilidad), proporcionan un alto número

de características añadidas: mapas interactivos, puntos relevantes en el mapa como supermercados, tiempos de desplazamiento estimado, diferentes alternativas en las rutas, etc. Se ha considerado (como se describirá más adelante) que estas características del sistema de contraste pueden ser barreras de uso y distractores para nuestro colectivo de usuarios, resultando en un uso relativamente complejo para los mismos. Es por ello, que el primer requisito que se establece es la idea de simplicidad y adaptación para nuestro desarrollo.

La interacción que se propone en el proyecto está compuesta por el *feedback* proporcionado por la herramienta y a su vez por los *inputs* del usuario. Estas interacciones han de estar estrechamente ligadas a las limitaciones de los usuarios. Para ello se ha contado con la ayuda de los expertos de la *Fundación de Síndrome de Down de Madrid* ¹, con los cuales, a través de entrevistas y distintas iteraciones en la fase de diseño se ha desarrollado una adaptación adecuada para el colectivo y mas específicamente para el grupo de evaluación, perteneciente a esta fundación. La importancia de estas limitaciones en el colectivo y las necesidades especiales de cada individuo hacen que una herramienta comercial no adaptada no sea la mejor elección cuando el usuario se encuentra en situación de discapacidad intelectual. Por ejemplo, la mayoría de estos sistemas convencionales no disponen de botones lo suficientemente grandes para los usuarios con movilidad reducida. Pero más importante que esto si cabe, es la forma en la que el usuario recibe la información ya que determinará el grado de comprensión de la misma y por lo tanto el éxito o no del guiado. Este *feedback* puede ser clasificado en: a) *feedback* visual, el cual provee información gráfica en forma de imágenes, mapas, referencias, elementos resaltados, etc. b) *feedback* sonoro, el cual comprende desde indicaciones directas y completas, indicaciones parciales, avisos sonoros que refuercen la interacción, alarmas de notificación, llamadas de atención, etc. c) *feedback* háptico o de vibración, permitiendo una notificación o refuerzo de atención para el usuario complementario al sonoro. *Falla et al.* [4] analizo diferentes técnicas de interacción en los sistemas de navegación en interiores diseñados hasta el momento en la literatura. Clasificó los diferentes proyectos presentados atendiendo a la característica de interacción principal: visual, sonoro, háptico o combinaciones de ellos. Identificando y discutiendo diferentes áreas de investigación abiertas en cada campo. En esta interacción con el usuario se remarca la importancia de la adaptación de la interfaz para los usuarios objetivo, minimizando con ello la carga cognitiva y evitando establecer una barrera de uso no deseada.

Este campo está siendo estudiado por diversos investigadores, estableciendo las bases para el guiado de usuarios en situación de discapacidad intelectual a través de dispositivos móviles e investigando acerca de las posibilidades que los sistemas de asistencia pueden proporcionar a los usuarios potenciales. *Ramos et al.* [20] presentan un sistema de realidad aumentada que proporciona, además del guiado, un sistema de gestión para los educadores. Este sistema les permite realizar un seguimiento de las rutas de los usuarios

¹<http://www.downmadrid.org/>

y su progreso. Esta aproximación podría ser un buen escenario para una herramienta de gestión integral. Sin embargo en este caso, la introducción de una herramienta de realidad aumentada supone un requerimiento mayor de carga cognitiva, con lo que tratándose de minimizarla al máximo, no es una solución aplicable al caso de estudio que concierne a este proyecto. *Hervás et al* [9] van un paso más allá, añadiendo una comunicación bidireccional entre los educadores, los usuarios y su círculo de contactos. En este caso los educadores no sólo supervisan el desarrollo de las actividades del usuario sino que además estos últimos pueden solicitar ayuda de manera remota o chatear directamente con las personas a su cargo. En este proyecto se ha adoptado esta idea en un botón llamado “botón de asistencia” que notifica y envía información relevante al educador cuando el usuario lo pulsa 2.4. Además estudiaron la navegación con *Puntos de Interés* (PDI, POI en inglés). Los PDI, puntos bien conocidos por el usuario, son usados como referencias intermedias en la ruta en lugar de usar algoritmos como el camino más corto. Este añadido reportó buenos resultados y contribuye a la idea de utilizar puntos de referencia, visuales o conocidos, para facilitar el proceso de guiado. En el caso del proyecto presentado, se utilizan referencias visuales apoyadas por la imágenes a pié de calle, dejando el uso de PDIs como trabajo futuro. Entre otros, *Rispoli et al.* [23] remarcaron la importancia de dividir la tarea total en subtareas más asequibles para personas en situación de discapacidad intelectual, siendo estas segundas más sencillas de interpretar y de llevar a cabo. En este proyecto se adopta dicha solución en forma de tareas atómicas, esto es, la división de la tarea en subtareas lo menos complejas posibles que se pueden proporcionar al usuario de manera independiente. En esta división por pasos, existen estudios de otros autores como [13] o [12] que recomiendan el uso de instrucciones sonoras de manera constante asociadas en cada hito de la tarea global. Esta idea puede ser extrapolada en un manual sistemático de guiado con apoyado en instrucciones intermedias. En el caso de la herramienta adaptada presentada se proporcionan instrucciones escritas y la posibilidad de añadir un refuerzo verbal (la misma instrucción leída) para aquellos usuarios con problemas de visión. Este último caso aunque no es el objeto del estudio ha sido probado con un usuario con dicha limitación tal y como se verá en la evaluación 3.

Atendiendo a las necesidades especiales de los usuarios y dependiendo de muchos otros factores como el nivel de educación, existe un amplio rango de habilidades que puede cambiar en cada usuario. Con diferencia, el grupo de usuarios en situación de discapacidad intelectual dista de ser grupo homogéneo. Habitualmente los educadores clasifican a las personas a su cargo atendiendo a diferentes factores, entre otras las mas importantes: habilidades cognitivas, habilidades manipulativas, habilidades sociales o habilidades actitudinales. Estos elementos determinan el porcentaje de discapacidad de cada individuo. Además de esta clasificación, en nuestro caso previamente facilitada por los educadores, se recomendó por parte de estos prestar atención a ciertos factores de cada usuario que pueden resultar críticos a la hora de entender o no la aplicación.

- Derecha/Izquierda: los usuarios con discapacidad intelectual presentan frecuentemente problemas con la diferenciación entre izquierda y derecha. La recomendación aportada por los educadores frente a este problema es evitar en la medida de lo posible este tipo de instrucciones. Sin embargo, en el contexto del guiado en exteriores la inclusión de instrucciones direccionales es esencial. Por lo tanto se recomienda complementar los giros con algún método o ayuda extra a la instrucción direccional. En *García et al.* [7], un estudio sobre la navegación en exteriores para usuarios en situación de discapacidad intelectual, usaron una herramienta móvil en un entorno controlado para observar los resultados. Esta herramienta asistía a los usuarios en dos modos diferentes: “modo de audio”, basado en instrucciones leídas o sonoras y un “modo visual” basado en imágenes a pie de calle que incluían señalizaciones. En dicho estudio, entre otras observaciones relevantes, se remarca el gran número de problemas con las instrucciones derecha/izquierda que presentaron los usuarios. Derivándose este problema en la toma de decisiones erróneas en las instrucciones de giro. Por otra parte, en [5] presentaron una sección, *observed problem behaviours*, en la que también se habla sobre la alta presencia del problema derecha/izquierda en este tipo de usuarios. Para tratar de solventar o minimizar este problema, en el proyecto presentado, se propone un mecanismo de dos pasos 2.4. En primer lugar se presenta la instrucción de giro al usuario. Esta instrucción está compuesta de un texto simple y una imagen real a pié de calle, desde la posición del usuario, orientada hacia la dirección a la que este debe mirar para realizar el giro. En segundo lugar y para reforzar la instrucción, la interfaz cuenta con una barra de progreso que en los pasos de giro se llenará cuando el usuario esté girando hacia la dirección correcta o se vaciará en el caso contrario. Además cuando el usuario se encuentra mirando hacia el ángulo de giro correcto, la barra de progreso se llena, el móvil activa las notificaciones que informan al usuario de que el giro es correcto. De esta manera se sustituye en cierta medida la izquierda y derecha por una acción que obliga al usuario a rotar sobre sí mismo buscando el ángulo de giro correcto. A su vez la instrucción escrita sigue presente para aquellos usuario que sí sean capaces de interpretarla correctamente.
- Indicaciones generales de interfaz: las capacidades manipulativas y visuales que poseen los usuarios, suelen presentar a menudo limitaciones que pueden afectar a la interacción. En este aspecto, una interfaz adaptada y orientada al colectivo puede suponer la diferencia entre la correcta manipulación e interacción y el fracaso de la misma. La recomendación principal aportada por los expertos en este caso es “hazlo lo más simple posible”. Cuanto más simple (pero completa) información se presente al usuario, más posibilidades existen para una correcta interpretación. Además, los elementos de la interfaz deben ser claramente visibles para evitar problemas con

usuarios que padezcan algún tipo de limitación visual y lo suficientemente grandes para que los usuarios con limitaciones manipulativas puedan interactuar con ellos.

- Como dar las instrucciones: nuevamente la importancia recae en la simplicidad de la información, pero a su vez es muy importante hablar acerca del esfuerzo que el usuario tiene que realizar para interpretar y llevar a cabo la instrucción. En este sentido los educadores que han colaborado en este proyecto manifiestan claramente que es una buena idea proveer de facilidades a los usuarios. Sin embargo hay que saber diferenciar entre proporcionar una ayuda y realizar el trabajo del usuario. El ejemplo es simple: si un usuario es capaz de leer e interpretar una instrucción, reforzar esta instrucción con voz (leída) puede resultar contraproducente. Es muy importante para los usuarios estimular sus habilidades. La conclusión por tanto es clara: proporcionar ayuda pero no restringir capacidades, ya que el objetivo del sistema propuesto no es sólo el de proporcionar una asistencia sino también reforzar la autonomía de los usuarios. El sistema debe ayudarles en su orientación pero de tal manera que no limite el aprendizaje de la misma. Sin embargo y a pesar de las recomendaciones recibidas, se han observados estudios previos que sugieren que las instrucciones de sonido reportan una mejora interesante en los resultados. *Stephen et al.* [5] llevaron a cabo una evaluación con un grupo de personas en situación de discapacidad intelectual. En este estudio compararon cuatro métodos de presentación de la información diferentes: mapas, imágenes a pie de calle, audio y texto. Establecieron la suposición de que un guiado con tan sólo audio obtendría los peores resultados ya que el usuario no sólo tiene que prestar atención a la instrucción sino que tiene que procesarla y memorizarla. A pesar de esta suposición, los resultados rechazaron dicha hipótesis, mostrando que este método obtuvo los mejores resultados. Además los usuarios manifestaron su preferencia por este modo de guiado. Llegados a este punto y habiendo encontrado tal contradicción, en este proyecto se ha decidido tener en consideración la opinión de los expertos colaboradores no añadiendo el audio como parte del sistema. Sin embargo la utilidad y el impacto de esta característica queda abierta para un trabajo futuro.

Existen multitud de posibilidades de como puede ser presentada la información al usuario. El sistema propuesto se centra en tres modos principales de interacción: fotos reales a pie de calle, mensajes basados en texto y alertas por vibración y sonido. Existe una excepción en la que se ha usado instrucciones por voz con uno de los individuos del estudio debido a que este presentaba visión reducida 3.

Chang et al. [1] propusieron dos sistemas de guiado a través de PDAs basados en vídeo y en imágenes, evaluándolos con un total de 20 usuarios. Aunque el modo de vídeo reportó mejores resultados que el modo de imágenes, este primero era tan sólo ligeramente superior. Además, existía una problema principal que convierte al vídeo no apto para el caso

de estudio presentado en este trabajo. Con el vídeo, los usuarios sienten cierta presión y cierta prisa debido a la naturaleza finita del vídeo explicativo. Uno de los objetivos más importante en el trabajo desarrollado es reforzar el aprendizaje de los usuarios, permitiéndoles usar el tiempo necesario para asimilar una instrucción. De esta manera, se ha considerado más importante que el usuario interiorice una imagen estática y la relacione con el entorno a que el usuario siga un guía de tareas de manera mecánica. Estas imágenes a pie de calle son imágenes reales de lo que el usuario encontrará durante el recorrido. Esto permite que el usuario pueda utilizar referencias visuales que contengan las fotografías: edificios, señales, fuentes, etc.

Otro elemento ya citado y presente en el guiado de este proyecto son las instrucciones basadas en texto. Aunque las instrucciones por sonido son igualmente útiles y en principio fáciles de comprender, en un entorno ruidoso como puede ser la calle pueden resultar inútiles por la incapacidad de ser oídas a un nivel suficiente que traslade los ruidos a segundo plano. Llegando a ser incluso imposible saber cuando el móvil está dando una instrucción y cuando no en entornos con ruido extremo aunque frecuentes, como puede ser una calle con mucho tráfico.

Finalmente, el último elemento de interacción son las alertas por vibración y sonido. El objetivo de estas alertas es llamar la atención del usuario e informarle sobre los distintos eventos que puedan suceder. *Fallah et al.* [4] en su estudio de acerca de técnicas de guiado en interiores, sugieren explorar las posibilidades del *feedback* háptico para mejorar la comunicación e interacción entre persona y ordenador. Un estudio previo de *Mechling et al.* [15] revisó la literatura relacionada con tecnologías para la asistencia hasta el momento. En este estudio percibieron la poca atención que había recibido la vibración (sólo dos de los estudios analizados). Sin embargo remarcaron las posibilidades que este tipo de interacción había demostrado para llamar la atención del usuario. En uno de esos estudios [3], usaron la vibración junto con mensajes escritos para guiar a usuarios con déficit de atención e hiperactividad en sus tareas diarias. Simulando esta intervención automáticamente, obtuvieron buenos resultados en lo que a la llamada de atención al usuario se refiere. En el otro estudio analizado, aunque bastante antiguo, *Lancionini et al.* [11], usaron un minivibrador con tres usuarios con discapacidad intelectual. El objetivo principal era reducir las paradas de tiempo aleatorias y no controladas que estos usuarios hacían mientras se encontraban realizando tareas cotidianas. Obteniendo resultados positivos en dicho estudio. Por lo tanto, la literatura acerca de la vibración aplicada a al paradigma que refiere a este proyecto, aunque escasa, recomienda la utilización de este tipo de alertas. Esta alerta háptica está además reforzada por una señal sonora de notificación.

Un problema importante que puede surgir y que hay que abordar es la posibilidad de que el usuario se pueda perder durante la actividad de guiado. Cuando se esta intentando reforzar la autonomía del usuario este problema debe de ser analizado y solucionado de la manera mas fiable posible. En [6], realizaron un experimento con dos grupos de usuarios:

un primer grupo con usuarios con Daño Cerebral Adquirido (DCA) y un segundo grupo con usuarios sin daño. Ambos grupos tenían que realizar una ruta con la ayuda de un conjunto de instrucciones escritas en forma de lista. Además se les ofrecía la posibilidad de solicitar ayuda a un operador telefónico en caso de que lo necesitasen. La lista de instrucciones contenía errores introducidos por los evaluadores, con el propósito de observar el comportamiento de cada grupo al enfrentarse a ellos. El grupo de control, usuarios sin daño cerebral, mostraron mejores destrezas al enfrentarse a los errores de guiado, anticipándose al problema o proponiendo soluciones razonables para corregirlo. Por otra parte, cuando el problema aparecía a los usuarios con DCA, estos manifestaron problemas con el proceso de re-orientación y en el momento de describir el lugar donde se encontraban cuando llamaban al operador telefónico. Como se podrá ver en la sección 2.4, la estrategia tomada en este proyecto para solventar el problema es un botón de asistencia. Este botón envía un aviso al educador con la localización exacta del usuario cuando este solicita ayuda. Por otro lado, la herramienta de autor monitoriza continuamente al usuario cuando este se encuentra utilizando la herramienta. Marcando en un mapa su posición en cada momento.

1.3. Objetivos

Como objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster, se establece claramente el propósito de evaluar con usuarios finales en situación de discapacidad intelectual el proyecto de asistencia para guiado en exteriores con dispositivos móviles. Esta evaluación permitirá estudiar el impacto real que *AssisT-Out* tiene en el colectivo de usuarios en situación de discapacidad intelectual. Estudiando y midiendo las diferentes variables que pueden marcar el éxito o el fracaso del proyecto: aceptación por parte de los usuarios, usabilidad, éxito real de los guiados, etc. Esto permitirá determinar en qué medida el colectivo objetivo puede beneficiarse de la herramienta a continuación presentada. Obteniendo unos resultados que determinarán o no su viabilidad.

Para llevar a cabo esta evaluación, se pretende remodelar y adaptar el sistema ya existente. Esta remodelación atiende a una nueva interfaz que sea más sencilla, intuitiva y adaptada que se desarrollará en colaboración con expertos en el campo de la discapacidad intelectual.

A partir de este análisis y sus resultados se pretende publicar un artículo científico (artículo en el que ya se está trabajando) que aporte datos empíricos en el campo de la asistencia para personas en situación de discapacidad intelectual y más concretamente en la asistencia para el guiado a través de dispositivos móviles.

1.4. Estructura de la memoria

- 2. AssisT-Out:** esta sección contiene una introducción al sistema previamente desarrollado *AssisT-Out*. Además se describe el modelo de proceso seguido en la nueva versión presentada así como sus mejoras. Estas mejoras se centran principalmente en la adaptación de la interfaz, validada por expertos en el campo.
 - 3. Evaluación:** la evaluación es la parte central del proyecto. En esta sección se describe detalladamente todo el proceso de evaluación. Desde la preparación del experimento hasta sus resultados finales. Todo esto pasando por el procedimiento seguido en las sesiones de evaluación, recogida de datos intermedios interesante y relevantes, etc.
 - 4. Conclusiones y trabajo futuro:** finalmente se presentan las conclusiones extraídas a lo largo de todo el trabajo. Especialmente las conclusiones a las que se llega con la evaluación del sistema. Además se proponen diferentes puntos para posible trabajo futuro.
- Anexos:** de manera adicional se adjunta información que puede resultar relevante para entender ciertos aspectos del trabajo. Esta información se refiere a las encuestas completas que se realizaron a los usuarios o casos de uso del sistema para un mejor entendimiento del problema.

2 | AssisT-Out

2.1. Introducción

Antes de hablar del fin último de este trabajo, la evaluación, es preciso comprender el funcionamiento del proyecto. Explicado profundamente en el Trabajo Fin de Grado: *Asistencia de personas con necesidades especiales en el entorno laboral a través de dispositivos móviles* [19], del mismo autor. Se realiza a continuación una síntesis de funcionamiento, así como una mención a las nuevas características incorporadas al sistema y las referentes a la realización de este estudio. La incorporación y remodelado de estas características responde a una mejor adaptación hacia los usuarios y a los propios requisitos de la evaluación aquí presentada.

AssisT-Out es un sistema que parte del proyecto llamado *AssisT Project* ¹. El objetivo principal del proyecto es estudiar y proporcionar ayuda a personas en situación de discapacidad intelectual en sus actividades de la vida diaria a través de tecnologías para la asistencia. Esta ayuda se basa en facilitar instrucciones simplificadas a los usuarios a través de dispositivos móviles para la realización de tareas pre-cargadas, desplazamientos en exteriores y desplazamientos en interiores. Además de facilitar las correspondientes herramientas de autor para los educadores. El objetivo principal detrás de este proyecto es conseguir una integración social y ocupacional para las personas en situación de discapacidad intelectual. Esta integración resultará provechosa para el colectivo de acuerdo con *Taylor et al.* [24], quienes estudiaron los beneficios de actividades regulares educacionales o vocacionales para los usuarios en situación de discapacidad intelectual. En dicho estudio concluyeron que los adultos con limitaciones intelectuales y de desarrollo que llevaban a cabo actividades o trabajos de manera regular, manifestaban unos niveles más bajos en cuanto a lo que problemas con comportamientos emocionales y problemas de salud derivados se refiere, que aquellos adultos que no practicaban estas actividades. Además, los primeros desarrollaron mejores interacciones sociales con el entorno y su propia familia.

AssisT-Out está diseñado para guiar en exteriores a personas en situación de discapacidad intelectual, facilitando instrucciones paso a paso durante el desarrollo de las rutas. Para ello se ayudará al usuario con imágenes reales a pié de calle y desde el punto de vista del usuario, texto y alertas de vibración y sonido. Además, el proyecto cuenta con una

¹<http://assist.ii.uam.es/>

herramienta de autor que permite a los educadores administrar y gestionar a los usuarios a su cargo y las diferentes rutas. Permitiendo entre otras acciones, crear puntos de interés para los usuarios, realizar un seguimiento en tiempo real y revisar las rutas una vez realizadas por cada usuario. Toda la información superpuesta sobre un mapa y con la idea de observar el comportamiento y hacer un seguimiento completo sobre los usuarios.

2.2. Descripción del sistema

AssisT-Out está basado en una sistema cliente-servidor donde el cliente es la parte que interactúa directamente con los usuarios y el servidor es el encargado de centralizar toda la información del sistema así como gestionarla para proporcionársela a los clientes. Como se observa en la figura 2.1, existen dos tipos de clientes: la herramienta de autor (educadores) y la herramienta móvil de guiado (usuarios en situación de discapacidad).

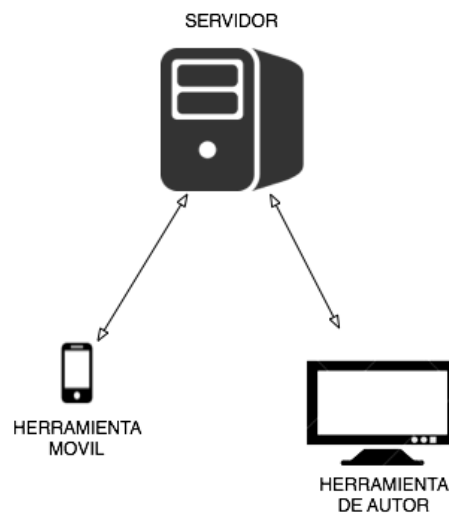


Figura 2.1: Arquitectura cliente-servidor.

Por una parte la herramienta de guiado móvil (2.4) trabaja en la plataforma *Android*. Concretamente está diseñada para versiones superiores a la 4.0. Se ha elegido esta plataforma y esta versión por diferentes motivos frente a otras posibilidades. La primera es la facilidad para distribuir una aplicación *Android*. Ya sea por *Google Play* o por ficheros descargables y autoinstalables *apk*. Otra de las ventajas es la gratuidad a la hora de programar para el entorno y el bajo coste de distribuir por los medios oficiales (pago único de 30\$). Finalmente y el motivo con más peso es la gran aceptación en el mercado de los teléfonos con este sistema operativo. Siendo una gran ventaja que los usuarios potenciales de esta aplicación ya estén familiarizados con el entorno.

El otro cliente con el que cuenta el sistema es la herramienta de autor(2.5). Esta herramienta ha sido diseñada y desarrollada en *php* y *javascript*. Esta tecnología amplia-

mente implantada ofrece una solución flexible a la hora de desarrollar un sistema de las características requeridas. Este sistema maneja usuarios, se conecta con una base de datos local, incluye elementos interactivos como lo es el mapa de *Google Maps*, etc. La base de datos local funciona sobre el gestor de bases de datos *MySQL* ya que es un gestor robusto, ampliamente probado y gratuito. Tanto la herramienta de autor, como base de datos, como el servidor central explicado a continuación se encuentran alojados en un servidor *XAMP* ² (*Apache, MySQL y Php*) que corre sobre un sistema *Ubuntu Linux* ³.

Por último, el servidor es el encargado de centralizar toda la información y a su vez de responder las peticiones del cliente móvil. El servidor, también desarrollado en *php* por su facilidad para crear scripts a medida comparte la base de datos con la herramienta de autor. Su misión principal es la de hacer de comunicador entre los diferentes servicios. Por un lado la comunicación con los servicios de mapas de *Google* y *Bing*. Esta comunicación implica solicitar la ruta deseada a uno de estos servicios (según lo indique la configuración del usuario), pre-procesar esta información ya que la ruta devuelta por los servicios externos contiene información no relevante para la herramienta de asistencia (tiempos, alternativas, etc) y enviarla al cliente móvil. El pre-procesado incluye además la estructuración en los pasos que ha de seguir el usuario para completar la ruta. Por otro lado el servidor se comunica con el cliente para intercambiar información. Esta información se refiere a solicitud por parte del cliente de todos los usuarios existentes, solicitud de los puntos asociados a un usuario (una vez seleccionado) y solicitud de una ruta habiendo establecido punto de inicio y de fin. Por otro lado también existen servicios *push* en los que el cliente sube información al servidor: localización GPS en tiempo real, log de interacción del usuario para el posterior análisis y log de las rutas que realiza el usuario una vez este las finaliza. En el anexo A se adjuntan dos de los escenarios más habituales de uso y un diagrama de secuencia del conjunto.

Estos servicios de comunicación están basado en servicios *REST* (*Representational State Transfer*), diseñador específicamente para la comunicación entre sistemas distribuidos. Se utiliza el protocolo *http*, así como *JSON* (*JavaScript Object Notation*) ⁴. La elección de este tipo de objetos, en lugar de por ejemplo *XML* (*eXtensible Markup Language*), atiende a la mayor ligereza de los primeros tanto en número de bytes necesarios para contener la información como en facilidad como eficiencia la hora de trabajar con ellos.

En cuanto al funcionamiento del guiado con la herramienta móvil que se describe a continuación, la idea reside en que el usuario reciba una serie de instrucciones paso a paso apoyadas por una imagen a pié de calle para realizar la ruta. Siguiendo la figura 2.2 se esboza la idea del guiado con este sistema adaptado para usuarios en situación de discapacidad intelectual.

²<https://www.apachefriends.org/index.html>

³<http://www.ubuntu.com/>

⁴<http://json.org/>

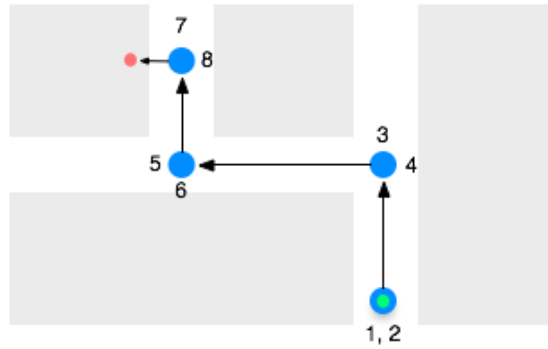


Figura 2.2: Ruta sencilla con pasos intermedios.

1. “Busca esta vista”, acompañada de una imagen desde 1 orientada a 3.
2. “Continúa recto hasta encontrar”, acompañada de una imagen en 3 orientada a 3.
3. “Gira a la izquierda”, acompañada de una imagen en 4 orientada a 5.
4. “Continúa recto hasta encontrar”, acompañada de una imagen en 5 orientada a 5.
5. “Gira a la derecha”, acompañada de una imagen en 6 orientada a 7.
6. “Continúa recto hasta encontrar”, acompañada de una imagen en 7 orientada a 7.
7. “Gira a la izquierda”, acompañada de una imagen en 8 orientada al destino.
8. “Este es tu destino”, acompañada de una imagen en 8 orientada al destino.

Por otro lado, la herramienta con la que se van a comparar resultados, *Google Maps*, se basa en un guiado más estándar (figura 2.3). Este sistema hace uso de un mapa con rotación automática de acuerdo a la brújula del móvil, una flecha direccional que representa al usuario y un camino de color azul superpuesto en el mapa que representa la ruta a realizar. Conforme el usuario va siguiendo el camino de la ruta propuesta la aplicación va mostrando las diferentes instrucciones que debe realizar el usuario.

2.3. Modelo de proceso y aportación

La versión del sistema a evaluar se apoya sobre un aspecto muy importante. Este aspecto es la adaptación hacia el colectivo objetivo. Dicho propósito se consigue realizando un diseño conocido como diseño centrado en el usuario. Esta metodología consiste en integrar al usuario final en la fase de diseño del sistema. De este modo se consigue la creación de herramientas que resuelven necesidades concretas de los usuarios finales, obteniendo estos además una mejor experiencia al usar la solución propuesta. Se puede decir que elemento central en esta metodología es el usuario. Sin embargo, en el caso que

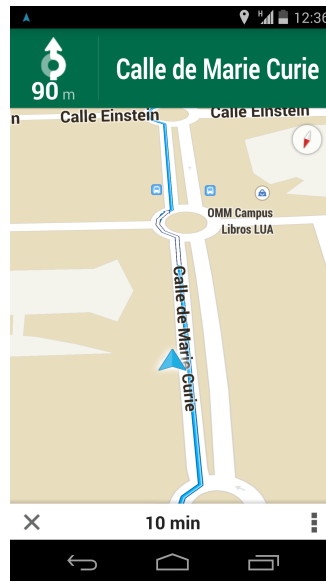


Figura 2.3: Ejemplo de guiado con Google Maps.

compete a este proyecto, el usuario no puede hacerse partícipe como tal del proyecto. Esto se debe a que los usuarios finales no cuentan con las capacidades necesarias para expresar sus necesidades especiales así como involucrarse en el proceso de diseño y validar los prototipos. Por ello en este caso se sustituye al usuario por los expertos en el campo de la asistencia a personas en situación de discapacidad intelectual. Estos expertos son los educadores de la *Fundación de Síndrome de Down de Madrid*⁵ así como los propios expertos que conforman el proyecto *AssisT* y que cuentan con amplia experiencia en la materia. Una vez se cuenta con la colaboración de este equipo multidisciplinar, es necesario: 1) conocer al usuario y sus necesidades, 2) diseñar una solución que resuelva el problema, 3) validarla con el usuario.

Además, este proceso no es un proceso cerrado o finito sino que debido a la disponibilidad de los equipos, permite realizar una serie de iteraciones entre las distintas tareas. Se sigue por lo tanto para el diseño y desarrollo del producto final para evaluación, una metodología ágil de desarrollo de software. El ciclo concreto se observa en la figura 2.4 y se podría catalogar como una metodología ágil, en la que se parte de un sistema, se analizan los nuevos requisitos y se realiza un primer prototipo. Acto seguido se involucra al usuario final para proponer ideas, escucharle y a la vez validar el prototipo que exista en ese momento. Una vez recogida la nueva información se añade al proyecto y se vuelve a iterar el ciclo hasta terminar el producto. Esta metodología permite un contacto continuo entre las partes implicadas y sobre todo con el usuario final que en este caso son los educadores. En cuanto a las reuniones durante el proceso se establecen semanalmente entre el equipo donde discutir y hacer lluvia de ideas; Y cada dos con el usuario final para

⁵<http://www.downmadrid.org/>

validar el prototipo y recoger nuevos requisitos. Para agilizar este proceso tanto en fechas como en tareas asignadas, etc. se utiliza la herramienta online RedBooth⁶.

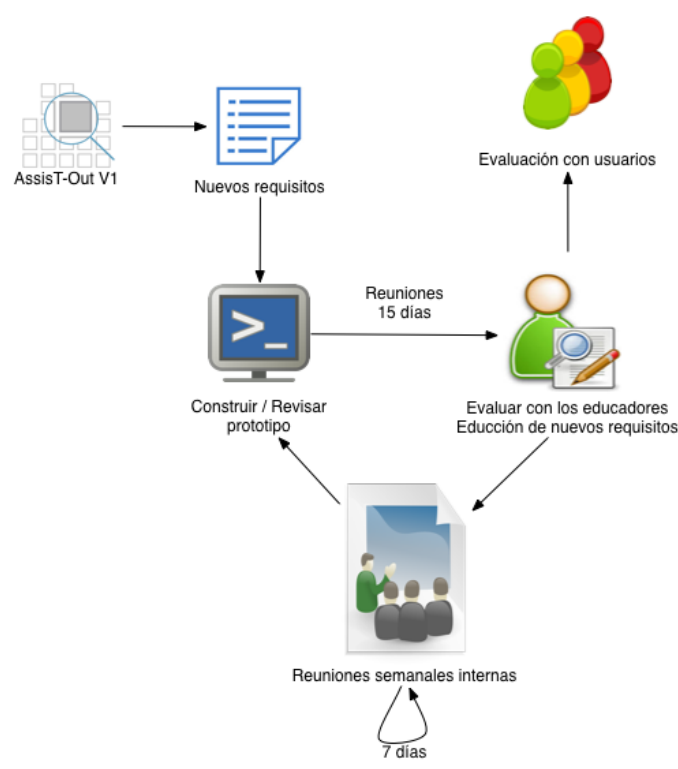


Figura 2.4: Metodología ágil utilizada.

Una vez alcanzada la fase de evaluación con los usuarios se puede dar por finalizada la etapa Software con la que cuenta esta segunda versión de *AssisT-Out*. Esta primera fase tiene un carácter profesional como se puede observar, ya que se necesita ciertamente de la Ingeniería Software donde se analiza, diseña y programa la solución necesaria para la evaluación. Como ya se ha visto, con un diseño centrado en el usuario e involucrando al que podríamos decir es el cliente. La etapa de evaluación, como se verá más adelante también cuenta con una fuerte componente profesional, ya que se siguen métodos de evaluación estudiados en el Máster Profesional muy utilizados en empresa (método del conductor, tests al usuario, etc.). A su vez esta evaluación tiene carácter investigador desde el momento en que su finalidad no es otra que la de analizar este tipo de herramientas y realizar una aportación empírica en el campo de la asistencia a las personas en situación de discapacidad intelectual. Finalmente este trabajo realiza también una aportación en cuanto a innovación en dicho campo en el que la línea de investigación en la que concurre este proyecto es una línea ciertamente actual, en la que las nuevas tecnologías están jugando un papel muy importante. Aportando dichas tecnologías soluciones innovadoras y de gran ayuda hacia el colectivo al que se dirigen.

⁶<https://redbooth.com/>

2.4. Herramienta móvil

En esta segunda versión de *AssisT-Out*, la herramienta móvil ha sido rediseñada para ser más amigable y de fácil entendimiento y manejo, además de proveer una alta usabilidad. Esta nueva adaptación, sobre todo en lo que interfaz se refiere, ha sido desarrollada con la colaboración de expertos de diferentes fundaciones de síndrome de down y discapacidad intelectual con las que se ha trabajado a lo largo del proyecto. La interfaz visual se basa en elementos y áreas claramente diferenciables con un patrón común. La aplicación se ha extendido a pantalla completa, eliminando barras de información del sistema, la combinación de colores responde a un diseño sensible así como los diferentes elementos se ajustan a un tamaño suficiente para interactuar con ellos: leer los textos, presionar botones, visualizar la información correctamente, etc.

La primera pantalla que se presenta al usuario al arrancar la aplicación es la selección de usuario. Para ello cuenta con el nombre de usuario, una foto de este, botones en forma de flecha para moverse entre los distintos usuarios y un botón de selección (figura 2.5). Esta pantalla se ha añadido debido a la naturaleza del experimento, donde los distintos individuos del estudio cuentan con un usuario asociado que han de seleccionar. A continuación, y una vez seleccionado el usuario, el teléfono se ubica con la posición obtenida del servicio GPS. Mientras pregunta al servidor de *AssisT-Out* por los puntos asociados al usuario seleccionado. Estos puntos son creados por los educadores con la herramienta de autor que se describe en la siguiente sección 2.5. En la siguiente pantalla que se presenta al usuario (figura 2.6), cada uno de sus puntos de destino se representan en forma de icono con una imagen asociada y un texto descriptivo. De esta forma el usuario interacciona con una metáfora conocida (la del icono), facilitando su comprensión y la interacción con ella. La posición actual, previamente calculada y traducida al nombre de la calle con los servicios de *Google Maps*, se muestra en la parte superior para aquellos usuarios que puedan hacer uso de ella. Pulsando cualquier destino se salta a la pantalla de guiado (figura 2.7).

En este momento, y una vez seleccionado el destino, la herramienta móvil solicita al servidor el itinerario a mostrar desde la posición actual del usuario hasta el punto de destino seleccionado. Este itinerario ha sido previamente adaptado, como ya se ha descrito, y enviado a través de un objeto JSON. El guiado se realiza a través de pasos independientes mostrados uno a uno en la pantalla de guiado. Cada paso mostrado se corresponde con un punto de decisión, esto es, cada punto de la ruta en el cual el usuario tiene que tomar una decisión para seguir el camino correcto. Las diferentes partes que forman esta pantalla (figura 2.7) son:

Instrucción: en la parte superior de la pantalla se encuentra la instrucción asociada al paso que se encuentra realizando el usuario y a la imagen que se le muestra a este. Esta instrucción es adaptada y simplificada por el motor de adaptación que

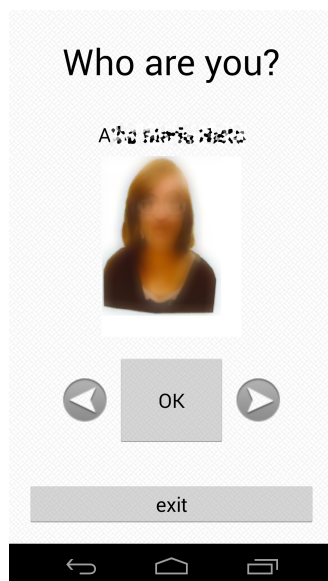


Figura 2.5: Pantalla de selección de usuario.

transforma la instrucción completa que ha devuelto el servidor (a su vez obtenida del motor de *Google* o *Bing*) en una instrucción simple. Estas instrucciones simples pueden ser del tipo: *continúa recto*, *gira a la derecha/izquierda* u otras indicaciones generales como *este es tu destino*.

Botón de asistencia: inmediatamente debajo de la instrucción, el usuario dispone de un botón de asistencia para pulsar en caso necesario. Este botón responde a situaciones donde el usuario se encuentra perdido, no sabe como continuar con la ruta, etc. Cuando el usuario pulsa dicho botón, la aplicación manda un aviso al educador a cargo en forma de email. Este email contiene la indicación de ayuda del usuario con su nombre así como la posición exacta donde este se encuentra. El email contiene además un link directo a *Google Maps* con la posición que representa al usuario, facilitando al educador su localización. La idea principal detrás de esta metodología de alerta es fomentar las habilidades de autonomía del usuario. El usuario ha de esperar la respuesta del educador después de avisarle, en lugar de realizar una llamada directa a este. Además, la herramienta móvil muestra un mensaje tranquilizador al usuario, indicando que se ha avisado a la persona responsable.

Imagen a pie de calle: el elemento central de la pantalla es una imagen real desde el punto de vista de un viandante. Esta imagen representa la visión real del usuario cuando este ha de realizar una acción: la dirección en la que tiene que girar, el punto que tiene que visualizar o alcanzar, etc. Esto ayuda al usuario en su proceso de orientación, siendo complementado con la instrucción en texto previamente descrita. De este modo, el usuario puede identificar la vista que está teniendo de la calle, con lo que se está mostrando en el móvil. Otro punto fuerte de esta metodología es que

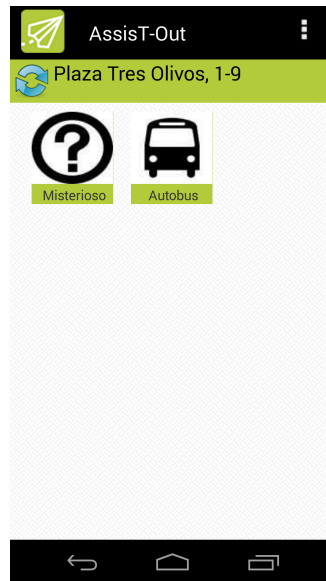


Figura 2.6: Pantalla de selección de destino.

el usuario sólo ha de fijarse en el paso que se encuentra realizando y que el móvil está mostrando, en lugar de tener que ser consciente de la ruta completa.

Barra de progreso: debajo de la imagen, la aplicación muestra el progreso de la actual tarea atómica que se ha completado. Por una parte, cuando el usuario se encuentra realizando un paso de desplazamiento, la barra de progreso se colorea de verde proporcionalmente según se acerca el siguiente punto de decisión y se vacía en caso de alejarse del destino. Por otro lado, cuando el usuario realiza un paso de giro, la barra se colorea cuando este rota hacia el ángulo correcto de giro. En caso contrario, si el usuario gira hacia el lado contrario o hacia un ángulo que se aleja del correcto de giro la barra se vacía.

Alarmas: como mecanismo de notificación al usuario se han establecido una serie de alarmas sonoras y de vibración. Atendiendo a la barra de progreso, cuando esta está llegando al porcentaje del 100 % es un indicativo de que el usuario está finalizando el paso que se encuentra realizando. En ese momento es importante que preste atención al teléfono para finalizarlo y obtener las indicaciones del siguiente paso. Con este propósito, la aplicación móvil de guiado lanza las alarmas de notificación para captar la atención del usuario cuando la barra se está completando. Además, cuando un paso se está finalizando, se habilita el botón de “siguiente paso”, previamente deshabilitado por defecto.

Botones de pasos: En la parte inferior de la pantalla, se encuentran los botones de navegación entre pasos, representados con flechas. Con estos botones el usuario puede moverse entre los diferentes pasos del guiado. Yendo hacia atrás cuando lo



Figura 2.7: Pantalla de guiado..

necesite, o yendo hacia adelante cuando finalice el paso actual. El botón de siguiente se encuentra deshabilitado por defecto y sólo se habilita cuando el usuario completa el paso que se encuentra realizando. Esto es cuando llega a un punto de decisión o cuando realiza un giro correctamente. Esta medida evita que el usuario salte pasos de la ruta sin completarlos previamente, ya sea por toques erróneos en el botón o por no entender la instrucción. Los botones se presentan en dos colores: verde para el botón *siguiente*, un color asociado a acciones positivas; y amarillo para el botón *anterior*, un color algo más neutral. La evaluación reportó la poca atención y uso que recibe este botón ya que su uso requiere que el usuario sea consciente de haberse equivocado. Como trabajo futuro, este botón podría ser eliminado o reemplazado por otro mecanismo, como el re-cálculo de la ruta o similar.

Con la herramienta simplificada y adaptada, los usuarios serán capaces de no sólo navegar entre las distintas pantallas, sino de entender de una mejor manera el propósito de cada una. Siendo conscientes de las acciones que llevan a cabo. Con esta adaptación se pretende también cubrir uno de los objetivos de *AssisT-Out*, que es comprender la medida en la que los usuarios relacionen las instrucciones recibidas con la ruta real en la calle, facilitado en nuestro caso con las imágenes de *Google Street View*. Uno de los principales problemas que se han detectado en la literatura a la hora de interpretar los distintos lugares de la ruta, es reconocer el punto de destino de la ruta. *Fickas et al.* [5], en sus observaciones, *observed problem behaviours*, mencionan la dificultad de algunos usuarios para identificar el destino- Creyendo estos haberlo alcanzado cuando en realidad no lo habían hecho. En la herramienta móvil presentada en este proyecto, el punto de destino al igual que todos los puntos intermedios se representan con imágenes a pie de calle. Cuando el usuario

llega al destino además se indica con una instrucción informativa, haciéndole consciente de haber finalizado la ruta (figura 2.8). Acompañando a la instrucción informativa se muestra una imagen orientada hacia el destino, ayudando al usuario a reconocer el destino concreto. Para más ayuda a la hora de reconocerlo, esta imagen puede ser solicitada automáticamente al servicio de *Google Street View* o seleccionada previamente por el educador con la herramienta de autor, si este decide que puede ser más aclaratoria para el usuario.

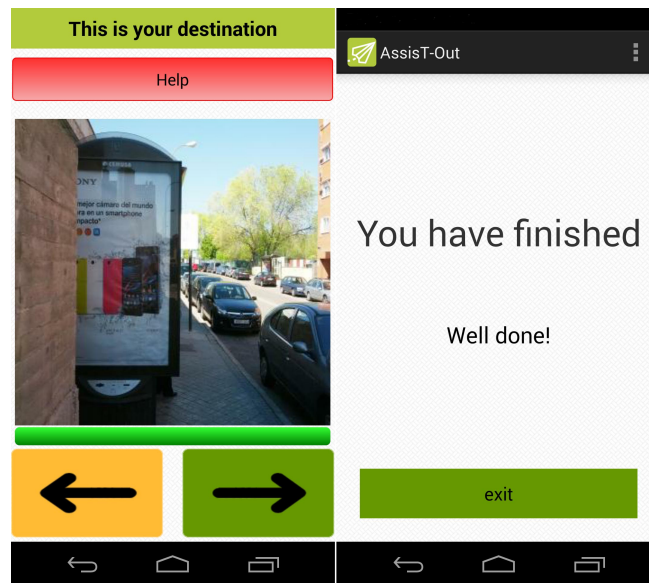


Figura 2.8: Punto de destino alcanzado y pantalla final.

2.5. Herramienta de autor

AssisT-Out cuenta con una herramienta de autor desplegada en una plataforma web que permite a los educadores supervisar la actividad de los usuarios. Las acciones principales a realizar con ella son: gestionar usuarios, gestionar sus puntos de destino, revisar registros de rutas y localizar usuarios en tiempo real.

- La gestión de usuarios incluye crear, editar y eliminar usuarios del sistema. Cada usuario está asociado a la cuenta de su educador y consta de: nombre, edad, género, dirección y demás información de perfil.
- La gestión de puntos de destino está incluida dentro del panel de control de cada usuario. En cada perfil se puede crear, editar y eliminar puntos de destino (figura 2.9). Para facilitar esta tarea se proporciona una interfaz en forma de mapa. Este paradigma de presentación es más intuitivo a la hora de trabajar con destinos y puntos geográficos. Por cada punto de destino se permite al educador seleccionar un

icono representativo (el icono para la pantalla de selección de la herramienta móvil) y una imagen de destino personalizada. En caso contrario se usará un icono por defecto y la imagen de destino tomada de *Google Street View*.

- La herramienta de autor recoge todas las rutas realizadas por los usuarios. Accediendo a cada usuario, los educadores pueden revisar las rutas realizadas. Esta información se muestra sobre un mapa que incluye la ruta propuesta por la herramienta y la ruta real realizada por el usuario (figura 2.10). Se incluye además el error medio del GPS, avisando sobre rutas aparentemente anómalas debido a la alta imprecisión de algunas zonas GPS.
- Cuando el usuario está utilizando la aplicación, esta envía la posición actual al servidor de manera continua. Esta geolocalización es registrada en la herramienta de autor, permitiendo al educador conocer en todo momento y con precisión la posición de sus usuarios. Sus distintas localizaciones se representan visualmente sobre un mapa (figura 2.11). Se hace uso además de un parámetro extra, una bandera de “conectado”. Mientras que el usuario se encuentra usando la aplicación, esta bandera se activa, apareciendo la localización en verde. Esto indica al educador que la posición es actual. Por otro lado cuando el usuario se desconecta, la bandera se desactiva. Quedando en la herramienta como última localización conocida. Esta se muestra en gris al educador para indicar que la localización no es actual.

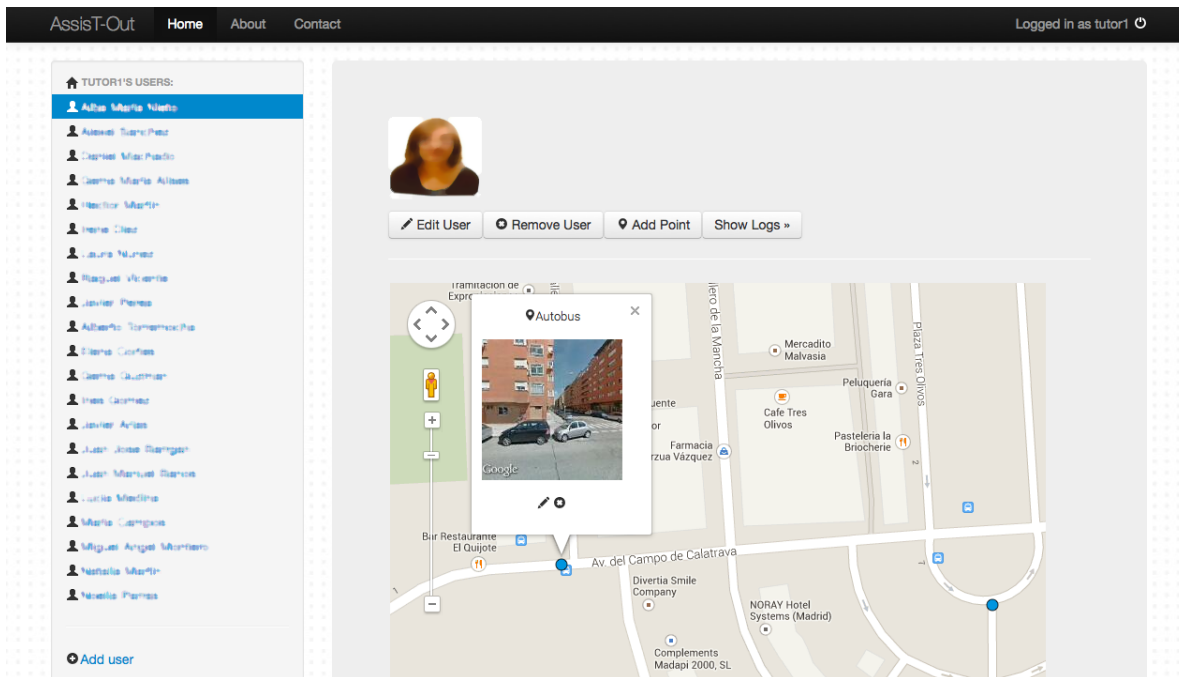


Figura 2.9: Un usuario con sus puntos de destino.

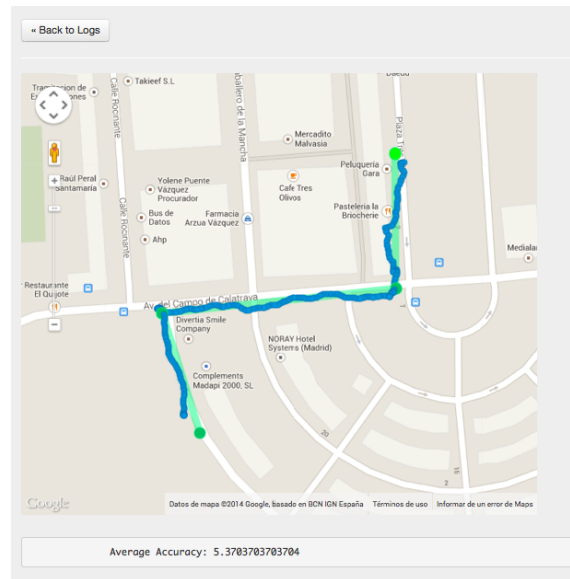


Figura 2.10: Registro de una ruta. Verde: ruta propuesta por la herramienta. Azul: ruta realizada por el usuario.

2.6. Mejoras internas

Además de la mejora sustancial y adaptación de toda la interfaz de usuario realizada en colaboración con expertos en el campo, se han corregido pequeños bugs encontrados a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Por otro lado, se han realizado mejoras y añadidos al sistema con la idea de aportar mayor robustez, eficacia de uso y unificación con los proyectos hermanos.

La ayuda descrita con la que se cuenta en los giros es un nuevo módulo añadido al proyecto ya que en su primera versión carecía de él. Este módulo es el módulo de orientación. Haciendo uso del giroscopio y el acelerómetro del móvil se puede calcular en todo momento la orientación que este tiene en los tres ejes de coordenadas: x, y, z (*azimut, inclinación y balanceo*). De esta forma se puede conocer hacia qué punto cardinal se encuentra mirando el usuario y más concretamente hacia qué grado exacto. Siendo 0° el Norte, 90° el Este, 180° el Sur y 270° el Oeste. Cuando el usuario se dispone a realizar un paso que contiene un giro, entra en juego entonces este módulo. Como se conoce la posición geográfica del siguiente punto, se puede calcular la orientación del giro a realizar. Esta orientación se usa previamente para la instrucción y para la imagen a mostrar. Además ahora este ángulo de giro se pasa al módulo de orientación cuando este se invoca. Al conocer entonces el ángulo hacia el que el usuario debe girar y el ángulo real en el que se encuentra el usuario (giroscopio del móvil) se puede saber si el usuario está girando correctamente o incorrectamente. Este nuevo conocimiento añadido se utiliza para el porcentaje de la barra de progreso en los pasos de giro. Cuando el ángulo hacia el que debe girar el usuario y el ángulo en el que se encuentra son el mismo, la barra de

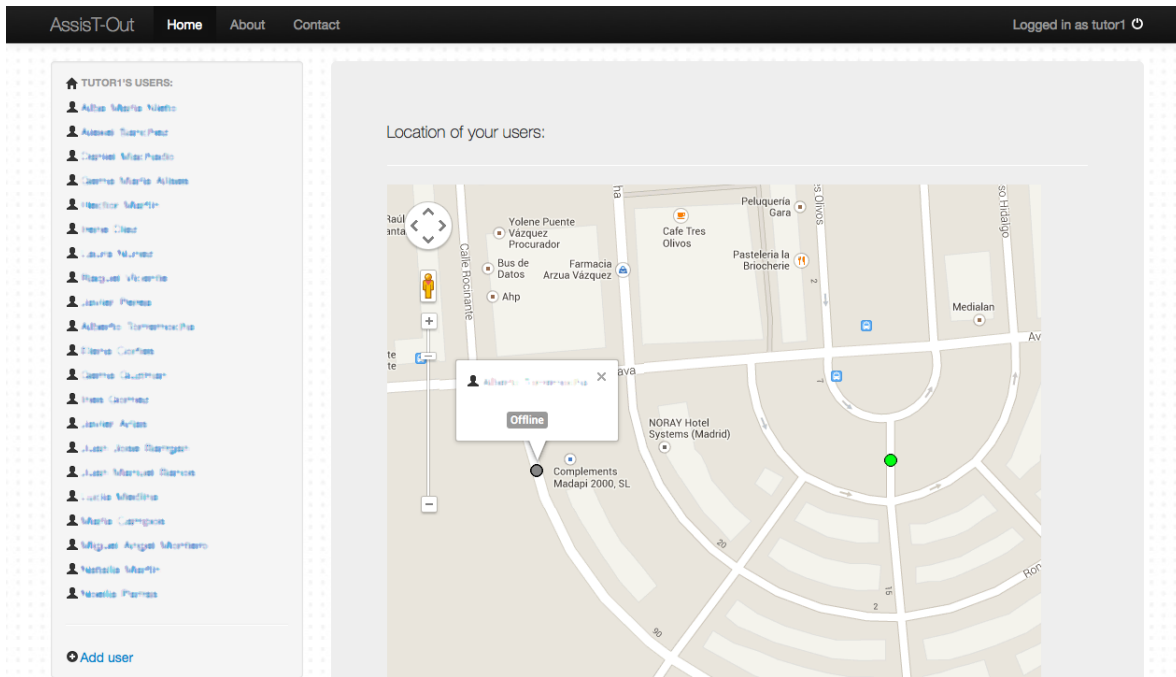


Figura 2.11: Panel de localización de los usuarios. Verde: usuarios online. Gris usuarios offline.

progreso se completa al 100 %. Cuando por el contrario, el ángulo es distinto, la barra se rellena con un porcentaje igual a la distancia entre el ángulo a girar y el ángulo en el que se encuentra el usuarios. Cuanto más cerca estén más se completa la barra y cuanto más lejos más se vacía.

Con la intención de recoger un log de interacción de los usuarios, se pensó en crear un sistema que registrase cualquier evento relacionado con la aplicación, lo almacenase y lo enviase al servidor de *AssisT-Out*. Como además este sistema forma parte de un proyecto mayor, el módulo de registro se diseñó desde un principio con intención de ser portable y fácilmente añadido a otros proyectos. Por ello se establecieron una serie de requisitos: el módulo debe ser una librería portable para cualquier proyecto, debe además permitir una configuración inicial (configuración de tags identificativas, configuración de cuenta de correo destino del registro y configuración del path del teléfono para guardar también los registros).

Una vez analizados estos requisitos se diseña una solución a medida. Esta solución es una librería para *Android* que consta de tres funciones básicas para comunicarse con ella: 1) iniciar registro indicando configuración inicial; 2) añadir línea al registro indicando los parámetros a incluir; 3) enviar el registro por email y guardar en el teléfono. Con estas tres funciones, tanto el proyecto *AssisT-Out* como los demás del proyecto *AssisT* pueden importar la librería, iniciarla cuando se abre la aplicación, añadir una línea al registro cada vez que se detecta una interacción y enviar el registro cuando se cierra la aplicación.

3 | Evaluación

3.1. Preparación

3.1.1. Los usuarios

La evaluación se ha desarrollado en colaboración con la Fundación de Síndrome de Down de Madrid. Uno de los programas con lo que cuentan está orientado a la capacitación laboral e integración para personas en situación de discapacidad intelectual. Este programa incluye cualquier tipo de discapacidad intelectual y no sólo en síndrome de down. Tras reuniones con los expertos de la fundación, se decide que este grupo reúne los requisitos y se adapta a las necesidades de la evaluación que se pretende desarrollar. Para proceder se dividió el grupo total en dos sub-grupos equilibrados en cuanto a capacidades. Esta división, atendiendo a nuestros requisitos, fue realizada por los expertos de la fundación. Nueve usuarios por grupo, dieciocho en total. Las características de cada grupo se recogen en la tabla 3.1. Esta tabla contiene factores demográficos y los parámetros más significantes de la clasificación etnográfica con la que trabajan los expertos de la fundación. En esta clasificación, se recogen diferentes características que describen las habilidades de cada persona en situación de discapacidad intelectual. Sin embargo, la clasificación más conocida y extendida es la del grado de discapacidad de cada individuo o el cociente intelectual. Pero ocurre con dicha clasificación que es demasiado genérica y no describe con precisión las habilidades o dificultades de cada persona. Habilidades relevantes ya descritas anteriormente y con mucha importancia para este estudio son entre otras: habilidades cognitivas, habilidades manipulativas, etc. En el caso que concierne a este estudio, el punto de atención está situado en las habilidades cognitivas. Habilidades que involucran destrezas individuales como la capacidad de atención a la tarea que se está realizando, capacidad de memorización, capacidad de entendimiento, etc. La escala de clasificación usada por la Fundación de Síndrome de Down de Madrid se mueve entre 1 y 3: 1) Dificultad considerable. 2) Es capaz de desarrollar la tarea con ayuda externa. 3) Habilidad completa o leve dificultad para realizarla.

El siguiente paso una vez establecidos los sujetos de estudio, fue diseñar y especificar la diferentes fases del experimento. Para esta tarea se ha contado nuevamente con la colaboración continua de los expertos de la fundación: reuniones regulares, integración de sus ideas y su conocimiento en el campo al proyecto, etc. El fin de esta estrecha

	Edad	Genero		AVG habilidades cognitivas (1 a 3)		
	AVG (stdev)	Hombre	Mujer	Atención	Memoria	Instrucción
Grupo A	25 (4,8)	5	4	2,1	2,33	2,11
Grupo B	22 (0,76)	2	7	2	2,22	2,22

Cuadro 3.1: Datos principales de cada grupo de evaluacion.

colaboración es el de crear un entorno y unas evaluaciones de la manera más real posible en cuanto a su forma de trabajar se refiere. Además del entorno real, este método de trabajo nos ha permitido validar cada acción y cada aspecto de la herramienta a lo largo del desarrollo y evaluaciones.

Antes de comenzar la evaluación, es importante comprobar el conocimiento y las habilidades de los usuarios con las nuevas tecnologías. *Gell et al.* [8] en un estudio a partir de los datos de 2011 de la agencia de Salud Nacional y Tendencias del Envejecimiento de Estados Unidos, estudian los datos del uso de estas tecnologías en personas con dependencia. Aunque se enfocan especialmente en personas de edad avanzada y con alguna deficiencia mental, resalta el amplio uso y como las personas de menor edad dispara este porcentaje de uso. En el caso del estudio que aquí se presenta, se realizó un cuestionario individual a cada usuario. Este cuestionario evalúa los conocimientos y hábitos de uso de las nuevas tecnologías. El cuestionario se puede observar en el anexo D y permite conocer el porcentaje de usuarios que poseen *smartphone*, el uso que le dan, si tienen acceso a Internet, su conocimiento acerca de redes sociales, etc. Los resultados muestran el amplio uso de las nuevas tecnologías y su familiaridad entre el grupo de usuarios objeto del estudio. De dieciocho usuarios en total, dieciocho (100 %) contaban con un teléfono móvil, once de ellos (61 %) con móvil táctil y diez usuarios (55.6 %) manifestaron además acceder a Internet desde el móvil. Acerca de las aplicaciones de guiado, siete usuarios de los dieciocho (38.9 %) habían usado una aplicación de guiado en algún momento. En la mayoría de los casos estos usuarios se referían a experiencias previas con navegadores GPS de coche, posiblemente supervisados por sus padres. Acerca del uso que cada usuario le daba a su móvil. doce usuarios de los dieciocho (66.7 %) manifestó usar el móvil frecuentemente o de manera continua, otros cinco (27.8 %) de vez en cuando y tan sólo un usuario (0.6 %) afirmó usar el móvil en raras ocasiones. Al obtener las respuestas de los usuarios y tal y como nos indicaron los educadores del centro, se observa como este tipo de usuarios tienden a contestar en las preguntas ponderadas (en nuestro caso en la escala de *liker* de 1 a 5) con los máximos o mínimos posibles. Siendo algo ocasional que den una puntuación media en una pregunta. Esto se traduce en que los resultados se podrían maximizar o minimizar en alguna de las preguntas en lugar de obtener una puntuación homogéneamente distribuida en las posibles respuestas. Por otro lado, los usuarios usaban su móvil no sólo para realizar llamadas sino también para su ocio: fotos, juegos, mensajes de chat, redes sociales, etc. Este cuestionario, confirma la amplia aceptación de las tecnologías móviles

en el colectivo. Además implica que el uso de la herramienta aquí presentada no parece ser, a priori, ningún handicap para los usuarios. Mostrando además que la mayor parte de los usuarios se interesaban y se sentían motivados por el uso de aplicaciones móviles, así como la tecnología asociada a estas.

3.1.2. Las rutas

Para evaluar el sistema se realizaron dos rutas diferentes pero similares entre sí (figura 3.1). Cada usuario realizó una sesión por ruta, lo que significa que se ha contado con treinta y seis sesiones en total. Las rutas se encuentran en un lugar cercano a la fundación donde se encuentran los usuarios, pero a la vez en un área no conocida por estos. Cada ruta puede ser realizada en aproximadamente diez minutos en condiciones óptimas, por lo que se establece un máximo de tres veces esta medida para el peor de los casos, treinta minutos. El análisis de complejidad de cada ruta se realizó basándose en el trabajo publicado de *Richter et al.* [22]. Donde basándose a su vez en trabajos previos y algoritmos del camino más corto, explican la importancia no sólo de hallar el camino más corto sino de tener en cuenta otros factores humanos. Esto es la complejidad de los puntos de decisión, las referencias visuales y demás aspectos que afectan al viajero. Adaptaron entonces la heurística previamente presentada por *Duckham and Kulik* [2]. Esta heurística realiza un de análisis de complejidad sobre un grafo asociando un coste a cada grupo de aristas conectadas. Este método, más apropiado cuando lo que se está analizando es una ruta real, asocia la dificultad a cada punto de decisión (aristas conectadas) en lugar de las conexiones intermedias (nodos). De acuerdo a la adaptación de *Ritcher et al.* los pesos para este tipo de análisis son: continuar recto (grado 1), giro simple (grado 4), giro en una intersección tipo T (grado 6), giro en una intersección compleja (grado $5 + \deg(v)$).

Ambas rutas comienzan en el punto A (figura 3.1), con una instrucción de “continúa recto” y finalizan en el punto B con una instrucción de “este es tu destino”. En la primera ruta, ruta 1, el usuario se enfrenta a una primera intersección compleja, punto de decisión 1 (PD1), con una instrucción “gira a la izquierda”. A continuación, PD2 es una intersección sin giro, continuada por PD3, una intersección de tipo T con una instrucción de “gira a la derecha”. Finalmente, el PD4 es una intersección compleja con una instrucción de “gira a la izquierda”. Existen pasos de cebra a lo largo de toda la ruta en cada intersección. La complejidad de la ruta 1 es de: $9 + 1 + 6 + 9 =$ grado 25. La ruta 2 comienza de manera similar, con una primera intersección compleja como PD1 y una instrucción de “gira a la derecha”. DP2 y DP3 son intersecciones en las que se ha de continuar recto, seguidas de un área abierta (plaza adoquinada). Finalmente el último punto, DP4 es una intersección compleja con una instrucción de “gira a la izquierda”. Al final de esta segunda ruta existen diferentes tiendas, siendo una de ellas el punto de destino. La ruta cuenta con pasos de peatones en todas sus intersecciones. La complejidad de esta es de: $9 + 1 + 1 + 9 =$ grado 20.

La diferencia de complejidad existente entre ambas rutas es de 5 grados menos para la segunda, siendo ligeramente menos compleja con la ponderación elegida. Sin embargo la segunda ruta contiene elementos distractores que la primera no. Un área abierta entre los pasos tres y cuatro, la cual el usuario ha de cruzar sin referencias visuales como una acera, señales, etc. y con la única referencia dada por la herramienta. Por otro lado el destino se encuentra entre diferentes tiendas en una calle comercial. Siendo este una de las tres tiendas de chucherías existentes.

A lo largo de todas las rutas es posible que aparezcan distractores no esperados y no controlados, especialmente en el área abierta y la calle comercial descrita previamente. Como se explica más adelante, cada usuario es acompañado por los evaluadores a lo largo de las rutas. Estos a su vez toman nota de cualquier factor no controlado que pueda perturbar el experimento. Además, con el fin de minimizar posibles problemas en la ruta o diferentes vistas dependiendo de la precisión del GPS, las fotos que se presentan en las rutas han sido previamente tomadas y pre-cargadas en lugar de ser solicitadas en tiempo real a *Google Street View*. Finalmente y atendiendo a los pasos de cebra presentes, cuatro en cada ruta, un parámetro relevante es el conocer si los usuarios son conscientes de cruzarlos con seguridad cuando usan la herramienta.

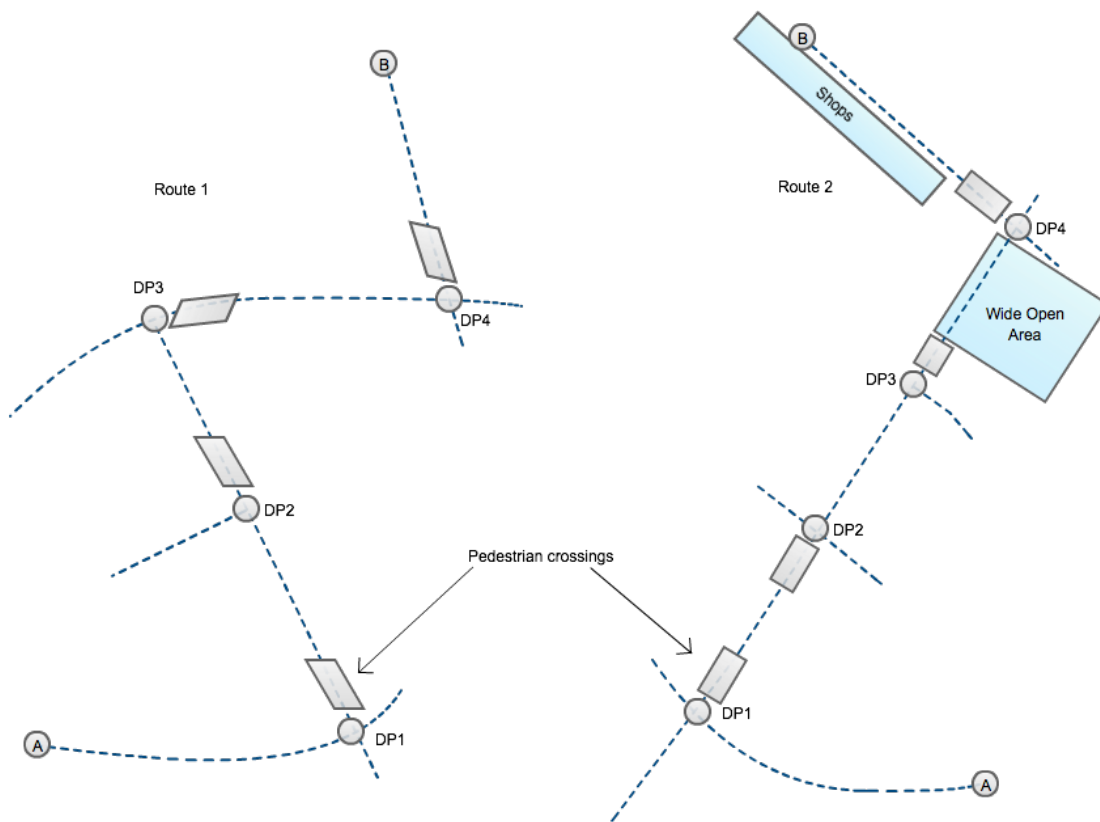


Figura 3.1: Rutas de evaluación. De izquierda a derecha: ruta 1 y ruta 2.

El procedimiento seguido para evaluar el rendimiento de los usuarios en cada aplicación ha sido *Latin Square*. Con esta metodología se ha contrastado *AssisT-Out* frente a *Google Maps* (siempre hablando en el entorno de personas con necesidades especiales). Teniendo dos grupos que realizaron ambas rutas alternando herramientas y siendo en cada ruta uno de ellos el grupo de control. En la figura 3.2 se representa la configuración del procedimiento. Mientras que en la primera ruta el grupo A utilizó *AssisT-Out*, el grupo B (grupo de control) realizó esa misma ruta en las mismas condiciones con *Google Maps*. Cada usuario en sesiones individuales y diferentes. Por otra parte, cuando se completó la primera iteración (todos los usuarios habían realizado la ruta 1), se intercambiaron las aplicaciones que usaría cada grupo y se pasó a la ruta 2. En ese momento los usuarios que habían usado *AssisT-Out* en su primera sesión ahora usarían *Google Maps* en su segunda, pasando a ser el grupo de control. Viceversa en el otro grupo. El propósito de esta metodología es, por una parte que cada usuario utilice ambas aplicaciones en rutas diferentes pero a la vez similares y, por otra parte que usuarios diferentes realicen la misma ruta con herramientas diferentes. Esto permite obtener mediciones individuales para cada usuario además contrastar diferencias entre aplicaciones sin depender directamente de los resultados de un grupo único de prueba y control.

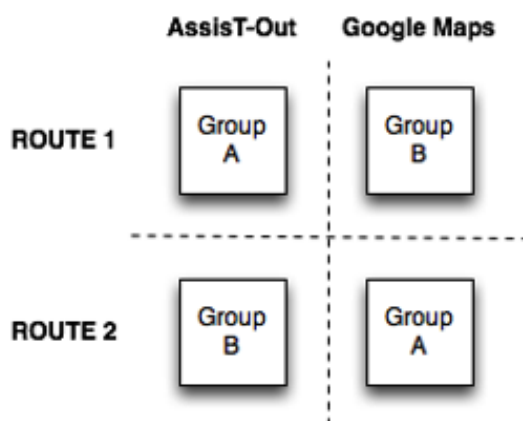


Figura 3.2: Latin Square.

3.2. Procedimiento

3.2.1. Inicio de cada sesión

Para llevar a cabo todas las sesiones se ha necesitado un total de dos semanas completas. Cada usuario realizó ambas rutas, una con cada aplicación, en días alternativos. De esta forma se previene la posible sobrecarga de información y que esto afectase a la segunda ruta que el usuario tenía que realizar. Cada sesión individual se desarrolló siguiendo la

misma metodología y las misma pautas. Primero se conduce al usuario al punto de inicio, manteniendo una charla informal sobre las herramientas de guiado, preguntándole acerca de su conocimiento sobre estas. De esta manera se consigue centrar al usuario en la tarea y se crea un ambiente amigable, libre de cualquier sensación de presión para el usuario. En segundo lugar, y ya con la herramienta móvil a usar, *Google Maps* o *AssisT-Out* se realiza junto al usuario una pequeña y simple ruta a la vez que se le explica el funcionamiento. Una vez se considera que el usuario ha entendido la aplicación, se retorna al punto de inicio y comienza la evaluación. Aparte del uso de la aplicación, esta explicación básica incluye la indicación de que el usuario puede solicitar ayuda a los evaluadores en cualquier momento de la ruta. También se explica al usuario que se cuenta con dos cámaras para grabar la sesión: una cámara externa y otra acoplada en la cabeza (GoPro). Se le pregunta entonces si está de acuerdo con el uso de ambas cámaras, ya que existe la posibilidad de que algún usuario se sienta incómodo con su uso. De hecho uno de los usuarios (de los dieciocho) rechazó usar la cámara de primera persona, mientras que los demás mostraron incluso entusiasmo al realizar la ruta con ella. Lo cual demuestra que la cámara de primera persona no ha sido un obstáculo o un factor de distracción para los usuarios. Por otro lado la grabación externa se realizó desde al menos, dos metros detrás del usuario con el propósito nuevamente de no establecer un distractor externo. Los evaluadores indican y recomiendan al usuario que durante la sesión hable en alto y se exprese ya que “desde atrás no le escuchamos bien”. Este método, (*thinking aloud*), es muy útil para recoger en todo momento a lo largo de la sesión los sentimientos y opiniones del usuario. De otra forma sería muy difícil recoger sólo con la observación o aun preguntando a cada usuario después de terminar la sesión ya que se puede perder información. Por ejemplo, una vez analizados los vídeos, se pueden observar claramente sentimientos positivos o de satisfacción cuando un usuario dice “¡que bien!”. O sentimiento negativos o de duda cuando un usuario se pregunta a sí mismo “¿izquierda... izquierda...?”, indicando que, habiendo reconocido la instrucción no sabe en ese momento cual es la izquierda.

Una de las contribuciones de *AssisT-Out* es al inicio de la ruta, en la selección destino. Como se ha visto en la sección 2.4, cada usuario cuenta con una lista de destino pre-establecidos por los educadores, facilitando la tarea de selección de destino. En las sesiones de evaluación los usuarios cuentan con dos destinos posibles: punto para el ejemplo y punto misterioso. En la primera interacción del usuario con la aplicación y con la ayuda del evaluador, se selecciona el primer punto descrito y se realiza el desplazamiento. En la segunda interacción, la de evaluación, el usuario abre por sí sólo la aplicación, selecciona su perfil y acto seguido se le indica que ha de seleccionar el *punto misterioso*. Sin embargo, los usuarios no son capaces de realizar estas acciones de inicio con la herramienta *Google Maps*. Esto es debido a la relativa complejidad que implica buscar y establecer un punto de destino en la vista de mapa, seleccionar el modo peatón y comenzar el guiado. Por lo tanto en las sesiones con la aplicación *Google Maps*, son los evaluadores los encargados de

establecer el punto de destino y de facilitar el móvil al usuario con la acción de guiado ya iniciada.

3.2.2. Durante la sesión

A lo largo de toda la ruta uno de los evaluadores es el encargado de anotar el comportamiento de cada usuario así como otro tipo de factores tales como numero de peticiones de ayuda, intervenciones realizadas, problemas externos de conectividad o de GPS, distractores o eventos no esperados, etc. Además de estas anotaciones tomadas en tiempo real, cada una de las sesiones fueron grabadas en vídeo para un posterior análisis más exhaustivo. Se usaron dos cámaras diferentes: una cámara de grabación portada por un evaluador cuyo fin era grabar las acciones del usuario y otra cámara portada por el propio usuario (en la cabeza) cuyo fin era grabar en primera persona la vista del usuario. La mayoría de los usuarios ya estaban familiarizados con esta metodología ya que había sido grabados previamente en otras evaluaciones del proyecto *AssisT*. Por lo que la presencia de las cámaras y la grabación no supuso ningún impedimento para la tarea de guiado y orientación. Con el fin de que tampoco supusiese un distractor para los usuario no familiarizados, se realizó al inicio de cada ejercicio siempre una pequeña charla sobre las cámaras y por qué las necesitábamos. El principal objetivo de estas grabaciones era tener disponible las sesiones para su visualización en cualquier punto del análisis de datos y poder sacar o esclarecer datos a los que, en principio, no se les podía prestar atención en cada sesión. A la vez estos vídeos permiten hacer mediciones de tiempo, conteos de sucesos en un entorno controlado, etc. Durante cada sesión es igual de importante prestar atención al desarrollo de la misma así como al usuario. Esta tarea era llevada a cabo por uno de los evaluadores el cual atendía al usuario en caso de que este necesitase ayuda, intervenía en caso de errores del usuario u otros problemas. Cuando el error cometido por el usuario era leve, el evaluador lo anotaba y ayudaba al usuario en caso de que este lo necesitase. Por el contrario, cuando ocurría un error importante o grave, como que el usuario se pierde o realiza un giro erróneo, este también era anotado por el educador pero suponiendo la tarea del guiado como no satisfactoria. Sin embargo el educador intervenía y ayudaba igualmente al usuario. Incluso se le reubicaba si era necesario para que continuase la ruta. De esta manera se seguía observando la respuesta y el comportamiento del usuario a lo largo de toda la ruta y con la aplicación, aun dando la ruta como fallida. Además de estas anotaciones, la herramienta *AssisT-Out* genera y envía un log automático de interacción durante la sesión. Esto es, un registro de las acciones realizadas por el usuario: presionar un botón, cuando se selecciona un destino y cual, cuando se activan y desactivan las alarmas, tiempos entre pasos, etc. Aunque este log no es el objetivo de este estudio, se cuenta con el para futuros análisis.

Las mediciones y resultados se pueden observar en el capítulo 3.3. Estos resultados finales han reportado ser favorables a *AssisT-Out*. Pero antes de llegar a ellos cabe ha-

blar de un análisis más inmediato, este análisis parte de las observaciones en ruta. La usabilidad de la herramienta ha mostrado ser bastante superior para el colectivo objetivo, ofreciendo también ligeras mejoras en el proceso de guiado. Por una parte, tan sólo un pequeño porcentaje de usuarios fue capaz de interactuar en ruta correctamente con *Google Maps* debido a que, como se ha comentado previamente, la aplicación contiene demasiados distractores y un gran número de elementos y posibilidades. No sólo cuando, al principio, se ha de seleccionar el destino sino también durante el proceso de guiado. Un gran número de preguntas realizadas por los usuarios durante el proceso con *Google Maps* fue acerca de confusiones con diferentes elementos de la pantalla: la flecha direccional que representa al usuario, el camino a seguir marcado sobre el mapa, etc. Este camino, resaltado en azul es, en principio, una buena indicación. Sin embargo, a su vez se resaltaba en otro color (blanco) la acción inmediata a realizar por el usuario. Este hecho muestra claramente como los usuarios se sienten confusos con la sobrecarga de información. En este caso realizando preguntas u observaciones tales como “ya no está el camino azul que tenía que seguir”, “¿qué tengo que hacer ahora?”, “no sé para donde está mirando la flecha”, etc. Acerca del mapa, prácticamente todos los usuarios estaban acostumbrados a él, ya que es una habilidad que trabajan en la fundación. Con lo que parece un buen método de guiado. Sin embargo algunos de los usuarios se mostraron confusos debido a la gran carga de información que muestra dicho mapa: nombres de paradas de autobús, nombres de las calles, algunos comercios, iconos, etc. Siendo nuevamente un gran distractor este tipo de sobrecarga de información. Algunos de los usuarios que se mostraban confundidos con este hecho, llegaban a leer nombres al azar en el mapa sin que esto les aportase ninguna información o conclusión acerca de su posición o similares. La rotación inteligente del mapa con la brújula no ha reportado ningún aspecto a destacar para los usuarios, siendo confusa para alguno de ellos que mostrando dificultades para identificar la orientación del mapa con sus movimiento. Sin embargo, a pesar de este matiz, esta rotación junto con el camino resaltado que se mostraba en la pantalla sí que han resultado de gran ayuda ya que de alguna forma los usuarios visualizaban y entendían en la pantalla hacia qué dirección seguía ese camino marcado desde su punto de vista. Cuando el camino seguía hacia el frente, ellos entendían que tenían que seguir recto, cuando el camino se situaba hacia la izquierda o derecha, entendían entonces que debían girar hacia ese lado. La gran ventaja de este método es la intuitividad, ya que los usuarios se abstraían de la palabra izquierda o derecha y simplemente seguían “el lado” hacia el que se encontraba el camino. En el guiado de *Google Maps*, se ha encontrado además otro problema principal aparte de la cantidad de características que actúan como distractores. Este problema se refiere al hecho de que los usuarios con discapacidad intelectual no reconocen en muchos casos cuando han llegado al destino. Esto ocurre porque cuando se completa la ruta, la perspectiva del mapa cambia, desaparece el camino azul del recorrido y tan sólo se muestra un mensaje corto. Ocurre entonces que para el colectivo con el que se está tratando esto

no es suficiente. Pudiéndose observar algunos casos en los que los usuarios continuaban el camino aun habiendo llegado al destino, parando cuando en algún momento percataban de que ya no había más instrucciones. En el caso opuesto ocurría que el usuario pensaba, por algún motivo, que había llegado cuando en realidad no era así. Sucediendo esto porque el camino azul restante, muy pequeño ya en la pantalla, hace creer a los usuarios que ya han terminado. Por otro lado, el sistema adaptado *AssisT-Out* ha reportado diferentes beneficios durante el uso, llegando a cubrir incluso alguno de los problemas descritos. La primera apreciación ya comentada previamente, supone que gracias a la simplicidad de diseño, todos los usuarios fueron capaces de iniciar la aplicación, auto-seleccionarse de la lista, seleccionar el destino (pre-cargado con la herramienta de autor) y comenzar la ruta. Sin embargo un problema frecuente encontrado es que, a pesar de haberles explicado previamente el funcionamiento, no sabían actuar de forma inmediata. Se quedaban entonces mirando la imagen a pie de calle mostrada sin relacionarla con la acción a realizar. Es entonces cuando, en casi todas las sesiones, un evaluador tenía que intervenir e indicar al usuario que tenía que leer la instrucción, observando que la imagen por sí sola carece de mensaje para el usuario. De hecho, esta intervención en la que se le indica al usuario que lea la instrucción fue necesaria en algún otro caso y ya empezada la ruta. Por otra parte, esta instrucción escrita se mostraba muy aclaratoria para los usuarios cuando estos la leían. Un problema descrito en *garcia2012should* cuando se usan imágenes a pie de calle es la posibilidad de encontrar elementos temporales que se reflejen en dichas imágenes pero no se encuentren en la calle o viceversa. Coches, personas, señales temporales, árboles en distintas estaciones, etc. Sin embargo y al menos en las sesiones de nuestro experimento no se ha encontrado este problema. No habiéndose observado ni de forma externa ni por las propias observaciones del usuario. De hecho, en la segunda ruta presentada a los usuarios en la que el destino era una tienda de chucherías, la imagen que se utilizaba es la herramienta contenía un pequeño coche amarillo muy vistoso junto a la puerta (de los que los niños introducen monedas para subirse). El segundo día de sesiones, este columpio se encontraba dentro de la tienda, con lo que no contaban con esa referencia visual. Los usuarios no sólo fueron capaces igualmente de reconocer el destino sino que uno de ellos llegó a observar “..en la foto hay un coche amarillo y lo han quitado..”. Este hecho muestra como los usuarios fueron capaces de identificar objetos relevantes y no relevantes tanto en las imágenes mostradas como en la calle. Estas imágenes asociadas a los puntos de destino facilitan la identificación de estos puntos y permiten a los usuarios reconocerlo, no sólo por la imagen sino por que esta se muestra desde la perspectiva por la que llega el usuario o por una perspectiva identificativa seleccionada previamente por el educador. Mientras que por el contrario, con *Google Maps* uno de los problemas ya descritos era llegar al punto exacto de destino, quedando en muchos casos metros por delante o por detrás del mismo y no reconociéndolo. En el caso de *AssisT-Out*, al llegar al destino los usuarios eran consciente y no sólo eso sino que miraban e identificaban el destino real. En el caso de la

calle con diferentes tiendas, algunos usuarios comenzaban a mirar la imagen y las tiendas, tratando de identificar la tienda de destino, hasta que llegaban a esta. Finalmente, el problema previamente introducido sobre izquierda/derecha ha resultado ser un problema con bastante complejidad. El mecanismo utilizado en la herramienta para solventarlo el cual utiliza las alertas de vibración y sonido junto con una barra de progreso resultó ser bien entendido por los usuarios. Sin embargo el problema encontrado sigue residiendo en que los usuarios quedaban bloqueados cuando leían la instrucción de izquierda/derecha, tratando de averiguar qué lado es su derecha y cual su izquierda. En ese punto, en la mayoría de los casos bastaba la simple intervención del evaluador recordándole el mecanismo previamente explicado que usa la herramienta. Con dicho mecanismo los usuarios eran capaces de entender que podían girar hacia el lado que ellos creían, obteniendo el feedback de la aplicación. Entendiendo de esta forma que las alarmas significaban que el giro era correcto. Sin embargo, en el peor de los casos, algún usuario que giraba hacia el lado erróneo, daba por bueno que el móvil no hiciese ningún tipo de acción e intentaban continuar. Se observa entonces que con esta pequeña asistencia se pueden conseguir quizá mejores resultados con una solución más pro-activa. Por un lado iniciando el mecanismo y no permitiendo que el usuario quede bloqueado y por otro indicando de alguna otra forma los giros erróneos para prevenirlos.

3.2.3. Final de cada sesión

Al final de la ruta, la primera pregunta que se formulaba en cada sesión a los usuarios y nada más terminar era “¿Cuál es nuestro destino?”. Con esta pregunta se comprueba si el usuario es consciente del destino al que había de llegar o simplemente ha parado al no recibir más instrucciones. Acto seguido y durante el camino de vuelta a la fundación, uno de los evaluadores leía en voz alta un cuestionario al usuario acerca de la percepción de la herramienta. Estableciendo de esta forma una conversación ligeramente abierta de la que recoger las respuestas. Entre las diferentes preguntas, se han recogido aspectos acerca de las dificultades encontradas por el usuario, las características que más han ayudado a cada uno, preguntas concretas sobre los elementos de cada aplicación y opiniones personales de los usuarios. Esta encuesta se puede ver en el [B](#). Independientemente de la herramienta, todos los usuarios creían haber llegado al destino cuando se les preguntaba aunque ciertamente alguno de ellos no lo había hecho por los problemas descritos previamente. Los resultados numéricos se presentan en la sección [3.3](#). Ante este tipo de preguntas la mayoría de los usuarios responden de forma positiva: “sí, lo entiendo todo”, “sí, me ha gustado” por la misma razón explicada en el cuestionario inicial. A pesar de ello, y gracias a esta pequeña charla establecida entre el evaluador y el usuario ha sido posible extraer ciertas conclusiones. Acerca de la usabilidad de la aplicación, los usuarios han sido capaces de entender y de beneficiarse de ella exceptuando ciertas características que presentaron una mayor complejidad, llegando a confundirlos en algún caso.

- Los usuarios no llegaron a comprender de forma satisfactoria la barra de progreso. Llevando a confusiones tales como pensar que el relleno de la barra se iría hacia el lado hacia el que debían girar. Otro de los usuarios manifestó entenderla pero al usarla este esperaba completarla al 100 %. Lo que implica moverse ligeramente en cada punto de decisión hasta encontrar el punto geográfico que completa la barra (aun habiéndose disparado mucho antes las alarmas). Este aspecto muestra los problemas de los usuarios para relacionar la distancia que llevan cubierta con la barra de progreso.
- Los botones de navegación, los cuales contienen flechas no son adecuados en la tarea de guiado. Estos botones usados para ir hacia delante y hacia atrás en el “manual de guiado” y los cuales han mostrado buenos resultados en otros proyectos paralelos del laboratorio parecen confusos. Esto se debe a que contienen una flecha que se puede interpretar como direccional. Es necesario estudiar otro mecanismo.
- La imagen a pie de calle es una característica que los usuarios encuentran útil sobre todo en ciertos puntos clave del recorrido. Se observa que quizá un entrenamiento previo relacionando *calle* \leftrightarrow *foto* puede ser muy útil. En alguno de los casos los usuarios no saben muy bien hacia donde deben mirar para ubicar la foto, si deben continuar hasta encontrar la vista o si la tienen justo delante de ellos. En otros casos los usuarios simplemente se quedan mirando la imagen sin prestar atención a la instrucción, quedando perdidos y no sabiendo como continuar.
- La característica que ha resultado ser más útil para los usuarios son las alarmas por vibración y sonido. Aunque alguno de los usuarios no sabían como reaccionar cuando las alarmas se disparaban y continuaban unos segundos hasta ser conscientes, la mayoría de estos manifiesta la utilidad de que de alguna forma el teléfono les indique que “lo están haciendo bien”. Refiriéndose al estímulo positivo que supone que la alarma indique que has finalizado un paso para iniciar el siguiente.

Por otro lado, una vez finalizada esta encuesta y antes de terminar la sesión, se presentaban tres imágenes a cada usuario de la ruta que acababa de realizar. Preguntando en cada imagen si la reconocía y qué dirección había tomado en ese punto. Este test incluía imágenes verdaderas de la ruta e imágenes falsas. En las imágenes verdaderas se tomaba como respuesta correcta el indicar el giro que se había realizado y en las falsas el no reconocerla. Esto es debido a que nuevamente los usuarios tendían a responder siempre de manera positiva sin tomarse el tiempo necesario para pensar. Los resultados se muestran en la tabla 3.2. U17 es el usuario con visión reducida, con lo que no participó en este test. La media de respuestas correctas y erróneas son muy similares con esta herramienta, mostrando que la aplicación usada no afecta en la forma en la que el usuario reconoce e interactúa con el entorno. Con esta premisa se ha realizado el *T-test*. Obteniendo $p=0.651$

para las respuestas correctas y $p=0.651$ para las respuestas erróneas. Verificando la hipótesis nula. El sentido de la ubicación de los usuarios (reconocer los lugares de la ruta así como las acciones) es independiente del método que hayan usado (imágenes o mapas). Incluso realizando un análisis más profundo, agrupando los usuarios por habilidades comunes no existe un patrón que muestre mejora con alguno de los métodos empleados para dichas clasificaciones por habilidades.

	Resp. Correctas AssisT-Out	Resp. Correctas Google Maps	Resp. Erróneas AssisT-Out	Resp. Erróneas Google Maps
U1	2	2	1	1
U2	3	2	0	1
U3	0	1	3	2
U4	2	1	1	2
U5	1	1	2	2
U6	2	3	1	0
U7	2	3	1	0
U8	2	3	1	0
U9	2	1	1	2
U10	3	2	0	1
U11	1	0	2	3
U12	2	2	1	1
U13	2	0	1	3
U14	3	3	0	0
U15	2	2	1	1
U16	3	1	0	2
U17	0	0	0	0
U18	2	3	1	0
Media	1.83	1.72	1.00	1.11
SVG	0.924	1.1047	0.840	1.023

Cuadro 3.2: Resultados del test post-sesión.

Uno de los participantes en la evaluación presentaba visión reducida, pudiendo ver tan sólo con un ojo y con un campo de visión muy pequeño. Su sesión fue preparada habilitando el sistema de voz en ambas aplicaciones: *AssisT-Out* y *Google Maps*. En el primer caso, el usuario fue capaz de interactuar con la interfaz gracias a la simplicidad de colores elegidos y al tamaño de los elementos. Lo suficientemente grandes para ser vistos cuando acercaba el móvil a su campo visual. El usuario no mostró problemas para entender las instrucciones habladas, siguiendo los pasos establecidos y finalizando la ruta de manera satisfactoria con tan solo estas instrucciones y las alarmas. Por otro lado, con la aplicación de *Google* el usuario no fue capaz de ver y entender la interfaz (mapa, flecha direccional y camino resaltado) no pudiendo finalizar la ruta con tan solo la ayuda de las instrucciones habladas. El motivo real es que, aun entendiendo las instrucciones estas se reciben metros antes del punto de decisión y no es posible establecer dicho punto cuando el usuario no puede ubicarlo. Finalmente el usuario observó que “la primera aplicación”

estaba adaptada a personas en su situación y era más útil mientras que la “segunda aplicación” no. Indicando que las instrucciones son más claras en el caso de la aplicación adaptada y que además, con las alarmas sabe cuando tiene que parar y prestar atención a la siguiente instrucción ya que se realiza en el punto en el que suena la alarma. El usuario incluso manifestó que recomendaría la aplicación a personas con visión reducida ya que “así podrían sentirse en iguales condiciones que los demás”.

3.2.4. Iteraciones finales

Finalmente, cuando los usuarios habían realizado las dos sesiones: ambas rutas alternando la aplicación, se les realizaba una última pregunta de preferencia. *¿Qué aplicación prefieres y por qué?* Nueve usuarios de los dieciocho (50 %) dijeron preferir *AssisT-Out* por su simplicidad y su intuitividad. El usuario con visión reducida eligió argumentando que *AssisT-Out* era una herramienta útil para ella mientras que *Google Maps* no. Cuatro usuarios (22.22 %) prefirieron *Google Maps* porque la entendieron mejor y pensaban que es más útil. Otros cuatro usuarios (22.22 %) eligieron ambas aplicaciones argumentando que le habían gustado las dos y no sabría cual elegir. Finalmente uno de los usuarios (5.56 %) no respondió la pregunta porque no quería elegir. Estos resultados muestran que la mayoría de los usuarios prefieren *AssisT-Out* al sentirse más cómodos y seguros haciendo uso de ella, manifestando en cierto modo el potencial que le ven a la aplicación. Cabe destacar que los usuarios no sabían con cual de las aplicaciones lo habían hecho mejor cuando se les realizaba esta pregunta, con lo que eligieron realmente por la sensación propia que habían tenido con la herramienta y no por los resultados. Por lo tanto, *AssisT-Out* muestra ser más amigable y mejor adaptada para que usuarios en situación de discapacidad intelectual puedan entender e interactuar con ella de una mejor manera. Evitando los posibles distractores, que en otros casos pueden perturbar la simple tarea del guiado. Por otro lado, la principal razón para los usuarios que eligieron *Google Maps* es la posibilidad de usar un mapa en la que aparecen las calles. Aunque todos los usuarios del experimento están familiarizados con la realización de actividades con mapas en clase con los educadores, las opiniones recogidas muestran que tan sólo un pequeño porcentaje de ellos quieren realmente usarlos. Probablemente porque se requiere un carga no desdeñable de trabajo cognitivo.

Una vez que la evaluación se terminó, los vídeos grabados, encuestas, test y notas fueron catalogados y preparados para ser procesados. Los vídeos se revisaron con una herramienta interna diseñada para crear un log (figura 3.3) consistente en etiquetas y tiempos mientras el evaluador observa el vídeo y presiona los botones de eventos. El log generado, uno por cada sesión, contiene diferente información de medidas de tiempo y eventos a analizar: cuanto tiempo está el usuario mirando al teléfono y a la calle, cuanto tiempo se para en los puntos de decisión, cuantas intervenciones se realizaron, etc. Con el análisis de los vídeos y las notas tomadas en cada sesión se creó un set de datos listos

para ser analizados. Un ejemplo de este log se puede ver en el anexo C.

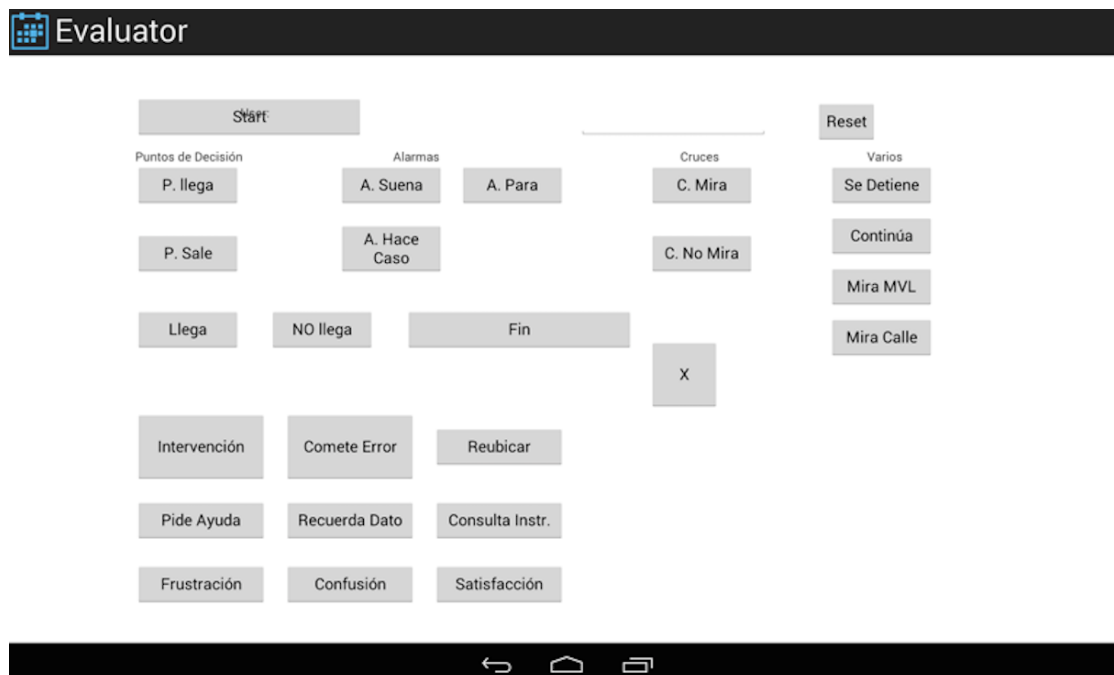


Figura 3.3: Herramienta de evaluación de los vídeos de rutas.

3.3. Resultados

A continuación se muestran los resultados medidos en el post-análisis de las sesiones.

3.3.1. Eventos observados en ruta

Se cuentan con cinco tipos de observaciones que se realizaron en el análisis de los vídeos de cada sesión. Estas son: número de errores del usuario, número de solicitudes de ayuda por parte del usuario, número de intervenciones realizadas por los evaluadores, número de confusiones del usuario, observaciones de frustración y observaciones de satisfacción. Estas últimas responden a situaciones en las que el usuario manifiesta el sentimiento con claros signos en su comportamiento o recogidos con el método *thinking aloud*. Sin embargo, la satisfacción o frustración recae en la condición personal del usuario. Usuarios que se muestran más abiertos o extrovertidos, expresan sus sentimientos con más facilidad y frecuencia. Por lo que estos usuarios poseen más anotaciones que los menos expresivos. De hecho, hay un gran número de usuarios sin ninguna anotación en este aspecto. Sacando a la luz los problemas de comunicación social del colectivo. En este aspecto además, las comparaciones entre usuarios carecen de sentido. Las observaciones de confusión por otra parte, son también relativamente fáciles de detectar: el usuario se detiene sin razón,

mirando a su alrededor y similares. La tabla 3.3 contiene las observaciones relevantes de cada usuario. Esta tabla ha sido analizada con el método *T-test*.

	Errores		Intervenciones		Confusión		Petición	Asistencia
	AssisT	Maps	AssisT	Maps	AssisT	Maps	AssisT	M
U1	1	0	2	0	0	1	0	0
U2	0	1	1	0	1	0	1	0
U3	1	0	3	2	0	3	1	2
U4	4	3	7	4	7	3	0	1
U5	0	0	2	0	1	0	1	0
U6	0	0	3	2	1	3	2	2
U7	0	0	2	0	1	0	0	0
U8	1	1	4	1	3	0	0	0
U9	1	2	4	2	2	2	3	2
U10	0	0	1	1	3	2	0	0
U11	1	9	3	13	1	7	0	3
U12	0	0	2	0	3	1	0	0
U13	1	4	2	4	0	5	0	0
U14	0	0	0	2	0	3	0	1
U15	0	0	1	1	2	4	1	0
U16	0	0	0	0	0	1	0	0
U17	0	1	4	5	1	5	2	4
U18	0	0	1	1	0	3	0	0
Media	0.56	1.17	2.33	2.11	1.44	2.39	0.61	0.83
SVG	0.984	2.228	1.715	3.123	1.756	2.004	0.916	1.249
T-test	0.226		0.754		0.167		0.386	
p-valor								

Cuadro 3.3: Observaciones anotadas en las sesiones y en los análisis de vídeos.

Aunque no se puede afirmar que exista una significación estadística, los errores cometidos por los usuarios fueron, en promedio, menos usando *AssisT-Out* que cuando estos usaron *Google Maps*. Cometiendo dos veces más errores con la segunda herramienta. Lo mismo ocurre con las observaciones de confusión y la ayuda solicitada por los usuarios. Bajando el número de confusiones a la mitad con *AssisT-Out*. Sin embargo, las intervenciones resultaron ser mayores en el sistema propuesto, excluyendo el *outlier* (U11) de *Google Maps*. Estos resultados lanzan dos conclusiones principales. La primera es la importancia de la atención que se debe prestar a la hora de diseñar una herramienta de guiado o similares para personas en situación de discapacidad intelectual. Esta importancia reside en la facilidad de uso y la adaptación. Una herramienta con estas características bien cuidadas contribuirá en gran medida a la autonomía del usuario en situación de discapacidad intelectual desde que su cometido es que este sea capaz de usarla correctamente. Esto puede ser aplicado a las acciones de la vida diaria o al proceso de aprendizaje de estos usuarios. De este modo, el usuario puede realizar actividades mediante una guía con interfaz adaptada, ya sea de manera individual o requiriendo menos ayuda externa.

De esta manera se fomenta además de su independencia una autoconfianza al aportar esa sensación de autonomía. La segunda conclusión, relacionada con la primera, parte de la pregunta de ¿por qué hay más intervenciones si a la vez hay menos errores y menos confusiones?. Este problema responde a la proactividad de la herramienta usada. Mientras que *AssisT-Out* es, de momento, una herramienta más estática, ya que se restringe a pistas o pasos segmentados y limita la libertad de actuación del usuario. *Google Maps* está basado en una interacción más fluida y con más libertad de actuación. Con este segundo tipo de interacción entre el usuario y la aplicación, este tiene la posibilidad de seguir explorando con las características de la aplicación cuando el usuario queda bloqueado. Por ejemplo, si se para entre dos puntos de decisión porque no sabe seguir, el móvil continua dándole información en tiempo real del entorno, aportando quizá ese pequeño estímulo que el usuario necesita para continuar. Sin embargo, con instrucciones paso a paso y cerradas, los usuarios son capaces de entenderlas con mas facilidad aunque se limitan las fuentes de información. En cualquier caso y como se ha observado, la evaluación se ha realizado con perfiles relativamente altos, capaces de enfrentarse a este tipo de problemas con las herramientas adecuadas. Perfiles más bajos como U11 en cambio, no son capaces de aprovechar las posibilidades que proporciona una herramienta más abierta. Volviéndose esta posibilidad totalmente en su contra y resultando en un resultado completamente descontrolado.

3.3.2. Atención al móvil y al entorno

Un problema bastante acusado cuando cualquier usuario se encuentra haciendo uso de una aplicación móvil en la calle, independientemente de que sea de guiado o cualquier otra, es su propia seguridad. *Richter et al.* presentaron un estudio en el cual propusieron un modelo de diseño centrado en el usuario para herramientas de guiado en lugar de un modelo centrado en la tecnología [21]. En este estudio uno de los problemas descritos era la atención que la herramienta capta del usuario. Cuando este se encuentra haciendo uso de una herramienta de guiado y de los elementos tecnológicos asociados, hay un momento en el que “apagan su cerebro”. Esta acción responde a que una máquina les está indicando qué hacer, resultando en un carencia de atención, no sólo en el proceso de guiado sino en su relación con el entorno. Este hecho, y debido a las actividades que se vuelven mecánicas ha sido demostrado en estudios previos como [10], [17], [18] y afecta directamente a la seguridad del usuario mientras este está realizando la ruta. Con el propósito de medir la seguridad al usar las dos herramientas del estudio, se ha analizado el porcentaje de tiempo que los usuarios han pasado mirando el móvil y por tanto no prestando atención a la calle. Así como el porcentaje de cruces peatonales que el usuario ha cruzado siendo consciente del tráfico. Esto es, parando correctamente y mirando a ambos lados de la calle. Los datos se recogen en la tabla 3.4. En todo momento los evaluadores que acompañan al usuario han de velar por esta seguridad aunque el usuario no sea consciente de ello.

	Porcentaje de pasos peatonales cruzados correctamente		Porcentaje de tiempo de ruta mirando al móvil	
	AssisT	Maps	AssisT	Maps
U1	100	75	81	86
U2	100	60	57	52
U3	80	100	58	72
U4	60	25	63	77
U5	25	100	54	74
U6	100	100	53	93
U7	100	100	85	94
U8	43	50	51	77
U9	75	100	93	96
U10	25	100	45	41
U11	50	20	44	83
U12	100	75	75	86
U13	100	100	67	85
U14	100	75	40	60
U15	50	25	82	90
U16	75	75	53	73
U17	100	100	7	62
U18	100	50	80	92
Media	76.83	73.89	60.44	77.39
SVG	27.747	29.183	20.632	14.424
T-test	0.726		0.000	
p-valor				

Cuadro 3.4: Porcentaje de pasos de peatones cruzados correctamente y porcentaje de tiempo de ruta mirando al móvil.

Los resultados acerca de los pasos de peatones, como de conscientes eran cuando los cruzaban, son muy similares entre ambas aplicaciones con un p-valor de 0.726. Indicando que no hay significación estadística para afirmar ninguna diferencia entre un grupo y otro aunque los datos parezcan inclinarse hacia *Google Maps*. Este resultado refuerza la premisa previamente establecida con los datos del test de fotos post-sesión. La variable que determina como responderá el usuario al entorno no está directamente relacionada con el método que este sigue para realizar una actividad de guiado. En este punto es importante remarcar que se está hablando de herramientas de guiado automático. Este tipo de herramientas no están centradas directamente en el ámbito de la seguridad (aunque ciertamente haya que incluirlo). Este aspecto parece un buen tema para futuros estudios que establezcan medidas que refuercen la seguridad.

Una medida para poder establecer un dato más o menos real de cuanta atención de los usuarios capta el móvil y cómo de conscientes son del su entorno, es medir el porcentaje de tiempo que los usuarios miran la herramienta de guiado a lo largo de toda la ruta. Ya que al menor durante ese tiempo no prestaron o bajó el nivel de atención que prestaban a la

calle. Cada usuario necesitó un tiempo total de ruta diferente, por lo que se han anotado los tiempos totales de cada usuario mirando la calle y mirando el móvil y se ha elaborado un porcentaje individual que permite comparar todas las sesiones. Los resultados muestran que los usuarios pasan mucho más tiempo mirando el móvil cuando utilizan *Google Maps*. 77.39 % frente a un 60.44 % con *AssisT-Out*. Este resultado se refuerza con un p-valor de 0.000. El cual indica que existe una significación estadística que prueba los resultados obtenidos. Estas medidas señalan, teóricamente, que los usuarios mostraron más atención a la calle con *AssisT-Out*. Si prestan más atención son más conscientes de los eventos que ocurren a su alrededor como tráfico, la gente que se cruzan, etc. Aunque se ha hablado sobre la posibilidad de realizar una herramienta más proactiva que proporcione más ayuda a la tarea de guiado, este último resultado muestra que se requiere entonces una carga de atención mayor. Consecuentemente, por un lado, cuando un usuario en situación de discapacidad intelectual recibe instrucciones simples y progresivas este es capaz de, no solo seguirlas correctamente, sino de hacerlo de manera paralela a su relación con el entorno. Por otro lado, cuando se usa un método de instrucciones en tiempo real no estructuradas en pasos, de media, los usuarios necesitan más tiempo para interpretar las acciones indicadas, prestando menos atención a la calle.

En el caso específico del usuario con visión reducida, U17, este usuario cruzó el 100 % de los pasos de cebra de manera segura independientemente de la herramienta utilizada. Mostrando nuevamente el alto impacto que tiene en este aspecto las rutinas y hábitos con las que cuente el usuario. El usuario debido a su condición, contaba con un fuerte refuerzo educacional en cuanto a la seguridad en la calle. Por otro lado, el tiempo que pasa el usuario acercando el móvil a su campo de visión es ínfimo comparado con el tiempo total de la ruta, un 7 %. Los resultados en este caso son excelentes, mostrando como el usuario pudo completar la ruta satisfactoriamente con las ayudas que recibía de manera puntual en los puntos de decisión. En el caso de su sesión con *Google Maps*, el usuario necesitó consultar el móvil un 62 % del tiempo. Además y debido a las limitaciones que presentaba no fue suficiente para completar la ruta correctamente.

3.3.3. Éxito en el guiado

El objetivo final de una herramienta de guiado es dirigir a la persona que se encuentra usándola al destino deseado. Existen diversas maneras de guiar a una persona, haciendo uso a su vez de diferentes técnicas. Esto incluye no sólo el uso o no de la tecnología sino diferentes algoritmos para seleccionar la ruta (camino más corto, camino más fácil, etc.). Pero todas ellas miden su éxito en el hecho de que el usuario alcance o no el destino. En el estudio presentado y con el fin de medir este éxito, se establecen dos requerimientos:

- 1.- Alcanzar físicamente el punto de destino (indispensable).

- 2.- Ser consciente de ello. Esto es que el usuario además de completar la ruta sea consciente de haber llegado al destino.

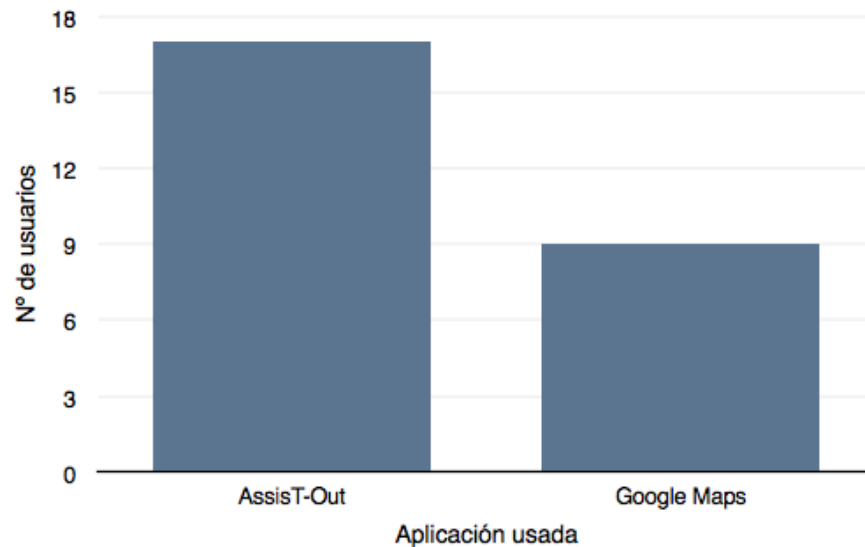


Figura 3.4: Número de usuarios que alcanzaron el destino, clasificados por la herramienta usada..

Contando los usuarios que cumplen los requisitos establecidos, diecisiete de los dieciocho (94.4 %) alcanzaron el destino usando *AssisT-Out* mientras que tan sólo nueve (59 %) lo hicieron con *Google Maps*, figura 3.4. El usuario que no fue capaz de completar el recorrido con *AssisT-Out* (U8) reportó problemas para identificar las imágenes presentadas y relacionarlas con la vista real de la calle que él estaba teniendo. Coincidiendo con los malos resultados que también había obtenido en los test previos presentados. Sin embargo este usuario se desenvolvió satisfactoriamente con *Google Maps* aunque prestando demasiada atención a la herramienta. Estos resultados sugieren que la importancia del análisis no reside tan sólo en la habilidad de orientación del usuarios sino también en sus capacidades de atención y de adaptación a los retos. Siendo respaldado este resultado con otros usuarios similares (U5, U7) con un perfil relativamente bajo en cuanto a la habilidad de atención. Por lo que la herramienta más pro-activa les aporta una mayor ayuda al permitirles menos distracciones.

Mientras que con la herramienta adaptada la mayoría de los usuarios fueron capaces de alcanzar el destino, esto no ocurrió con la no adaptada. Con *Google Maps* sólo la mitad de los participantes completaron la ruta de manera satisfactoria. El usuario 11 (U11) el cual presentaba una baja flexibilidad no fue capaz de entender la metáfora del camino dibujado en el mapa y su rotación real. Esto muestra nuevamente la importancia de estudiar los perfiles individuales de los usuarios. En otras palabras, estudiar la flexibilidad que estos muestran para adaptarse a nuevos retos o en caso contrario la necesidad de adaptar los

retos a ellos. No siendo esta una adaptación individual sino una adaptación al colectivo. Encontramos también el caso del usuario con visión reducida. Este usuario no fue capaz de alcanzar el destino debido a las limitaciones e inconvenientes que presenta la herramienta comercial en sus indicaciones por voz. Estas instrucciones son dadas suponiendo que el usuario es consciente del entorno en el que se encuentra. Una instrucción puede ser suficiente para realizar una acción o necesitar el soporte del mapa, lo que en el caso de dicho usuario no es viable. “Gira a la derecha” puede ser una instrucción inmediata o puede ser una instrucción para la siguiente calle debido a circunstancias tales como la cercanía de ambas calles o el hecho de que sólo una sea peatonal. Este segundo caso fue lo ocurrido al usuario con visión reducida (U17). Incluso con la intervención del evaluador el usuario no tenía manera de interpretar el mapa para saber cual era la calle o de volver a escuchar la instrucción. La principal razón por la que el resto de usuarios no alcanzaron el destino con *Google Maps* fue la incapacidad de estos de reconocer el punto de destino. Como se ha descrito previamente en 3.2, parte de los usuarios continuaban cuando ya habían alcanzado el punto de destino, parando cuando lo creían oportuno. Esto era debido que la indicación de la aplicación no era suficiente para captar su atención (muy leve). Cuando en algún momento volvían a mirar la pantalla se daban cuenta de que ya no había más camino de guiado puesto que la vista cambia al mapa normal. Por otro lado el resto de usuarios se paraban metros antes de llegar al destino, considerando que ya habían llegado.

Finalmente se decidió establecer un tercer filtro adicional debido a las diferentes intervenciones que se realizaron en las rutas, algunas de ellas críticas. Dejando fuera las que llamamos “intervenciones de reubicación”. Esto incluye los errores cometidos por los usuarios y corregidos por los evaluadores (intervenciones) que impliquen reubicar al usuario para que continúe la ruta. Tal y como se ha explicado previamente en 3.2, estas intervenciones se realizaban con el fin de estudiar el comportamiento del usuario durante la ruta completa. Con este nuevo criterio los resultados de usuarios que alcanzan el destino son ligeramente diferentes. En este punto, el éxito con *Assist-Out* baja a once usuario de dieciocho (61.1%) y a ocho usuarios de dieciocho con *Google Maps*. Se siguió el mismo criterio para realizar estas reubicaciones con ambas aplicaciones, realizando menos intervenciones de este tipo en la solución comercial. Sin embargo esto puede ser debido a la proactividad explicada previamente con la que cuenta una herramienta y carece la otra, ya que es posible que la propia herramienta realizase esas intervenciones de reubicación. Un punto débil, el cual estos resultados animan al proyecto a enfrentarse trabajar en él.

4 | Conclusiones y Trabajo Futuro

La nueva adaptación de *AssisT-Out* ha resultado ser satisfactoria desde uno de los puntos de vista primordiales a la hora de evaluar la realización de una tarea: el éxito o no al realizarla, así como el tiempo empleado en ella. Desde este punto de vista, ningún usuario necesitó más tiempo del máximo estimado, no pudiéndose hablar de mejoras al no contar con datos de tiempo previos. En cuanto a la realización de la tarea, el 94.4 % de los usuarios completó el guiado con *AssisT-Out* mientras que sólo el 59 % lo hicieron con *Google Maps*. Este éxito es debido en parte a la filosofía que se sigue como método de guiado y a la interacción con la herramienta, altamente adaptada para el colectivo. La gran ventaja para los usuarios que muestra este método de guiado es la división de una tarea compleja en sub-tareas atómicas, así como el ir facilitando las diferentes instrucciones paso a paso al usuario.

Además del éxito en el guiado, se observan aportaciones más concretas. Estas observaciones han quedado patentes tanto por las notas recogidas por los evaluadores como por los propios comentarios de los usuarios. Como gran diferencia con una herramienta comercial, se aprecia la posibilidad de los usuarios para interactuar libremente con la herramienta así como el beneficio que obtienen de ciertos elementos. Esto queda patente desde el inicio de la ruta. Mientras que con la solución comercial los usuarios no son capaces de buscar sus propias rutas, marcar destinos o comenzar el guiado, esto no ocurre con *AssisT-Out*. La herramienta ha mostrado como abre al usuario la posibilidad de ser autónomo y entender la selección de los destinos que tiene disponibles así como comenzar la acción de guiado. Por otro lado los usuarios encuentran útiles o muy útiles algunos de los principios de la herramienta. Los avisos sonoros y de vibración han mostrado ser el mecanismo que mejor han entendido los usuarios y más les ha ayudado para realizar el proceso secuencial paso-a-paso que proporciona la herramienta. Además las imágenes a pie de calle, aunque con cierta dificultad inicial, muestran tener un gran potencial para ubicar a los usuarios sino de manera completa en el guiado, sí en puntos clave tales como cruces muy complejos o ayudándoles a encontrar el destino concreto que buscan. Por otro lado, los botones de navegación con flechas han resultado ser confusos al poder ser confundidos estos con instrucciones direccionales. Además la barra de progreso que indica al usuario el porcentaje realizado de cada paso ha resultado ser ciertamente confusa para un buen número de los usuarios. Estos resultados junto con las encuestas realizadas a

los usuarios muestran la buena aceptación de este tipo de herramientas, sobre todo en entornos móviles a los que están cada vez más acostumbrados.

A partir de una pregunta final de preferencia a los usuarios, sin conocer con qué aplicación han obtenido mejores resultados mostraron, su mayor preferencia por la herramienta adaptada. La mitad de usuarios eligió *AssisT-Out*, mientras que el resto prefirió ambas o *Google Maps*. Esta preferencia muestra cómo los usuarios parecen sentirse más cómodos con la herramienta adaptada que con la comercial. Debido mayormente a la intuitividad y la cercanía de la aplicación adaptada y a la sobrecarga de información de la comercial. Además un usuario que presentaba visión reducida manifestó sentirse en igualdad de condiciones al usar *AssisT-Out*. Este usuario fue capaz de completar la ruta con la simple ayuda de las instrucciones simples en formato voz y las alertas por vibración y sonido que indican cuando se finaliza un paso y se debe prestar atención al siguiente paso. Este hecho abre una puerta a un guiado más sencillo y más orientado si cabe.

Por otro lado se ha evaluado la relación del los usuarios con el entorno y la atención que le prestan a este mientras utilizan las herramientas. Este aspecto es importante debido a la importancia de la seguridad del propio usuario en la calle y de los demás peatones. Los test de atención de reconocimiento del entorno realizados al los usuarios no reportan diferencias significativas que muestren mejoras con alguna de las aplicaciones. Por otro lado, se anotaron los pasos de cebra cruzados correctamente por los usuarios con el mismo fin. Aun siendo los resultados de *AssisT-Out* ligeramente mejores, no reflejan mayor diferencia. Estos aspectos demuestran como la aplicación utilizada no afecta directamente al comportamiento del usuario para con el entorno. Esta relación con el entorno viene marcada en cierto modo por las características del propio usuario. Por otro lado se midió el tiempo que lo usuarios pasan prestando atención a cada herramienta y a la calle en las rutas. En este aspecto, los usuarios prestan, de media, mucha menos atención a *AssisT-Out* que a *Google Maps*. Teniendo además más éxito en el guiado en la primera. Este resultado muestra como en principio la herramienta adaptada permite a los usuarios ser más conscientes del entorno a la vez que no sólo no empeoran los resultados sino que mejoran en la realización de la tarea.

Los resultados evidencian la utilidad que supone la adaptación para el colectivo de personas en situación de discapacidad intelectual, de una herramienta cada vez más común como lo es una aplicación de guiado móvil. Estas conclusiones sugieren además el mundo de posibilidades que puede abrir a los usuarios la adaptación de este y otros tipos de herramientas.

A día de la redacción de este TFM, la herramienta ha sido propuesta para continuar las evaluaciones en diferentes fundaciones de discapacidad intelectual. Permitiendo seguir la investigación acerca de las posibles aportaciones del proyecto al colectivo.

Trabajo Futuro

Como trabajo futuro se plantean diferentes enfoques a partir de las conclusiones extraídas. Estos enfoques pasan por un rediseño en mayor o menor medida de alguna de las características del sistema así como la evaluación, dirigida a la nueva característica con la que se esté tratando. Alguno de estos puntos ya han sido sugeridos a lo largo del trabajo.

- Mayor proactividad de la herramienta. La mayor ventaja detectada en la herramienta comercial con la que no cuenta *AssisT-Out* es la proactividad de la misma. Aunque en algunos casos esa proactividad puede resultar una sobrecarga para el usuario, se propone formular y evaluar un cierto grado de proactividad. Esta proactividad de la herramienta permitiría acciones automáticas como notificar al usuario cuando comienza a perderse en la ruta y recalcularla si fuese necesario, no permitir que el usuario se bloquee en pasos como los de giro que le suponen pensar en izquierda/derecha, etc.
- Lugares conocidos. Se plantea añadir al sistema la idea de lugares conocidos por los usuarios. Esto es que se incluyan aquellos lugares a los que el usuario sabe dirigirse de forma autónoma. De esta forma si el usuario tiene que dirigirse desde el punto A hasta el punto B, y este a su vez está cerca de un lugar ya conocido por el usuario, se puede formular un guiado más corto y más sencillo para el usuario. Desde el punto A al punto conocido el usuario es autónomo puesto que sabe llegar por sí solo. Desde el punto conocido hasta B se le proporciona una ruta más corta que si hubiese empezado desde A y por lo tanto más sencilla.
- Botones que contienen flechas. Aunque en otros proyectos paralelos esta metáfora para avanzar o retroceder en los pasos ha funcionado de manera exitosa, se ha detectado sin embargo que esto no ocurre en la tarea de guiado. Se propone estudiar algún otro mecanismo que permita al usuario avanzar o retroceder en los pasos de guiado sin la utilización de flechas. Apuntar que, como se ha comentado, los usuarios no usaron en ningún momento el botón de atrás.

Bibliografía

- [1] Yao-Jen Chang and Tsen-Yung Wang. Comparing picture and video prompting in autonomous indoor wayfinding for individuals with cognitive impairments. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(8):737–747, 2010.
- [2] Matt Duckham and Lars Kulik. Simplest paths: Automated route selection for navigation. In *Spatial Information Theory. Foundations of Geographic Information Science*, pages 169–185. Springer, 2003.
- [3] Jeffery N Epstein, Melissa G Willis, C Keith Connors, and Diane E Johnson. Use of a technological prompting device to aid a student with attention deficit hyperactivity disorder to initiate and complete daily tasks: An exploratory study. *Journal of Special Education Technology*, 16(1):19–28, 2001.
- [4] Navid Fallah, Ilias Apostolopoulos, Kostas Bekris, and Eelke Folmer. Indoor human navigation systems: A survey. *Interacting with Computers*, 25(1):21–33, 2013.
- [5] S. Fickas, M.K. Sohlberg, and P.F. Hung. Route-following assistance for travelers with cognitive impairments: A comparison of four prompt modes. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(12):876–888, 2008.
- [6] Stephen Fickas, Rik Lemoncello, and MM Sohlberg. Where am i: How travelers with a cognitive impairment ask for and use help. In *1st International Workshop on User Modeling and Adaptation for Daily Routines: Providing Assistance to People with Special and Specific Needs, Hawaii*, pages 5–18, 2010.
- [7] Alberto G García de Marina, Rosa M Carro, and Pablo Haya. Where should i go?: guiding users with cognitive limitations through mobile devices outdoors. In *Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador*, page 46. ACM, 2012.
- [8] Nancy M Gell, Dori E Rosenberg, George Demiris, Andrea Z LaCroix, and Kushang V Patel. Patterns of technology use among older adults with and without disabilities. *The Gerontologist*, page gnt166, 2013.

- [9] Ramón Hervás, José Bravo, and Jesús Fontecha. An assistive navigation system based on augmented reality and context awareness for people with mild cognitive impairments. 2014.
- [10] Antonio Krüger, Andreas Butz, Christian Müller, Christoph Stahl, Rainer Wasinger, Karl-Ernst Steinberg, and Andreas Dirschl. The connected user interface: Realizing a personal situated navigation service. In *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces*, pages 161–168. ACM, 2004.
- [11] Giulio E Lancioni, Frans Coninx, Nancy Manders, Marion Driessen, Jan Van Dijk, and Ton Visser. Reducing breaks in performance of multihandicapped students through automatic prompting or peer supervision. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 3(2):115–128, 1991.
- [12] Giulio E Lancioni, Viviana Perilli, Mark F O’Reilly, Nirbhay N Singh, Jeff Sigafoos, Andrea Bosco, Alessandro O Caffò, Luciana Picucci, Germana Cassano, and Jop Groeneweg. Technology-based orientation programs to support indoor travel by persons with moderate alzheimer’s disease: Impact assessment and social validation. *Research in developmental disabilities*, 34(1):286–293, 2013.
- [13] Giulio E Lancioni, Viviana Perilli, Nirbhay N Singh, Mark F O’Reilly, Jeff Sigafoos, Andrea Bosco, Maria Fara De Caro, Germana Cassano, Katia Pinto, and Mauro Minervini. Persons with mild or moderate alzheimer’s disease use a basic orientation technology to travel to different rooms within a day center. *Research in developmental disabilities*, 32(5):1895–1901, 2011.
- [14] Giulio E Lancioni, Nirbhay N Singh, Mark F O’Reilly, Jeff Sigafoos, and Doretta Oliva. Assistive technology for people with severe/profound intellectual and multiple disabilities. In *Assistive Technologies for People with Diverse Abilities*, pages 277–313. Springer, 2014.
- [15] Linda C Mechling. Assistive technology as a self-management tool for prompting students with intellectual disabilities to initiate and complete daily tasks: A literature review. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 42(3):252, 2007.
- [16] D.R. Montello and C. Sas. Human factors of wayfinding in navigation. 2006.
- [17] Stefan Münzer, Hubert D Zimmer, Maximilian Schwalm, Jörg Baus, and Ilhan Aslan. Computer-assisted navigation and the acquisition of route and survey knowledge. *Journal of Environmental Psychology*, 26(4):300–308, 2006.
- [18] Avi Parush, Shir Ahuvia, and Ido Erev. Degradation in spatial knowledge acquisition when using automatic navigation systems. In *Spatial information theory*, pages 238–254. Springer, 2007.

- [19] Adalberto Plaza Jurado. Asistencia de personas con necesidades especiales en el entorno laboral a través de dispositivos móviles. 2013.
- [20] Joao Ramos, Ricardo Anacleto, Paulo Novais, Lino Figueiredo, Ana Almeida, and José Neves. Geo-localization system for people with cognitive disabilities. In *Trends in Practical Applications of Agents and Multiagent Systems*, pages 59–66. Springer, 2013.
- [21] Kai-Florian Richter, Drew Dara-Abrams, and Martin Raubal. Navigating and learning with location based services: A user-centric design. In *Proc. 7th International Symposium on LBS & TeleCartography*, pages 261–276, 2010.
- [22] Kai-Florian Richter and Matt Duckham. Simplest instructions: Finding easy-to-describe routes for navigation. *Geographic Information Science*, pages 274–289, 2008.
- [23] Mandy Rispoli, Wendy Machalicek, and Russell Lang. Assistive technology for people with acquired brain injury. In *Assistive Technologies for People with Diverse Abilities*, pages 21–52. Springer, 2014.
- [24] Julie Lounds Taylor and Robert M Hodapp. Doing nothing: Adults with disabilities with no daily activities and their siblings. *American journal on intellectual and developmental disabilities*, 117(1):67–79, 2012.

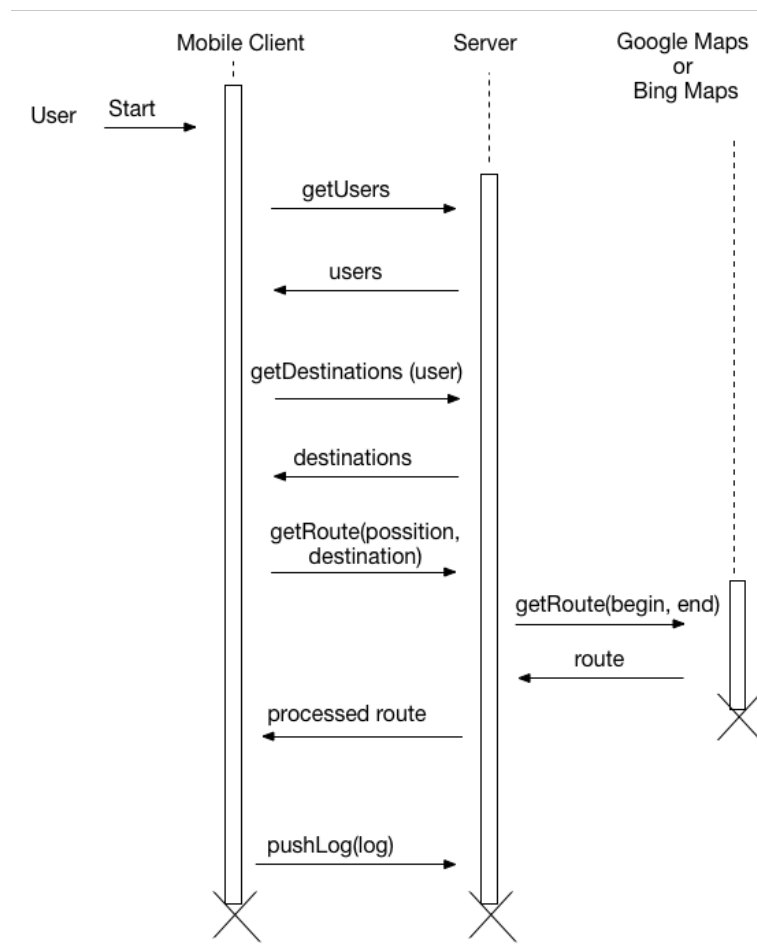
A | Escenarios y diagrama de secuencia

Los escenarios más habituales, conforman las acciones que en realidad motivan este proyecto: el educador crea y gestiona un usuario y dicho usuario hace uso de la aplicación de guiado móvil.

- Caso de uso: El educador crea un usuario y observa su primera ruta.
Actor principal: El educador.
Actor secundario: El usuario.
Requisitos previos: ninguno
- 1: El educador abre y se loguea en la herramienta de autor.
 - 2: El educador accede al formulario de nuevo usuario y lo rellena.
 - 3: El educador añade un destino al usuario. Por ejemplo su nuevo trabajo.
 - 4: Una vez que el usuario ha realizado el desplazamiento, el educador vuelve a acceder a la herramienta.
 - 5: El educador accede al perfil del usuario y abre el registro de la ruta realizada.
 - 6: El educador observa que la realización de la ruta ha sido correcta.
 - 7: El educador cierra la aplicación

- Caso de uso: El usuario realiza una ruta con la aplicación móvil
Actor principal: El usuario.
Requisitos previos: El usuario debe tener perfil en el sistema.
- 1: El usuario inicia la aplicación.
 - 2: Le aparece una lista de perfiles disponibles y selecciona el suyo.
 - 3: Le aparecen sus puntos de destino establecidos.
 - 4: Selecciona el destino deseado.
 - 5: Aparece la pantalla de guiado y el usuario sigue las instrucciones hasta completar la ruta.
 - 6: Al terminar la ruta, finaliza la aplicación y el registro se envía de forma transparente al servidor.

El diagrama de secuencia básico desde que el usuario inicia la aplicación hasta que la cierra (habiendo completado la ruta) pasando por la solicitud de información al servidor y el envío del registro es el siguiente:



B | Encuesta Inicial

El siguiente cuestionario, cuestionario sobre uso y familiaridad con las tecnologías, ha sido realizado con Google Forms.

Cuestionario

Este es un cuestionario para conocer tus hábitos de uso de dispositivos móviles (teléfonos o tabletas) Recuerda que no es un examen, pero nos gustaría que lo rellenases lo más sinceramente posible

1. ¿Cómo te llamas?

.....

2. ¿Cuántos años tienes?

.....

Dispositivos

3. ¿Tienes teléfono móvil?

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ Sí, y es táctil

☐ No

4. ¿Tienes una tablet?

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

Conexión a Internet

5. ¿Tienes internet en casa?

Marca solo un óvalo.

☐ Si

☐ No

6. ¿Tienes internet en el móvil?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
- ☐ No

Uso del teléfono

7. ¿Cuánto usas tu teléfono?

Valora de 0 (poco) a 5 (mucho) tu uso del teléfono

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	
Poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

8. ¿Para qué usas el teléfono?

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Llamar
- ☐ Enviar y recibir SMS
- ☐ Whatsapp
- ☐ Hacer fotos
- ☐ Escuchar música
- ☐ Ver videos
- ☐ Consultar el correo electrónico
- ☐ Facebook, twitter, tuenti...
- ☐ Buscar en Internet
- ☐ Jugar

9. ¿Utilizas alguna aplicación para consultar mapas?

Por ejemplo cuando quieres ir a algún sitio y no sabes cómo ir

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Sí
- ☐ No

10. ¿Utilizas alguna aplicación para consultar el transporte público?

Por ejemplo cuando quieres ir a algún sitio y no sabes cómo ir o saber cuanto falta para que llegue el autobús

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Sí
- ☐ No

Uso de la tablet

11. ¿Cuánto usas tu tablet?

Valora de 0 (poco) a 5 (mucho) tu uso del teléfono

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	
Poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

12. ¿Para qué usas la tablet?

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Jugar
- ☐ Hacer fotos
- ☐ Escuchar música
- ☐ Ver videos
- ☐ Consultar el correo electrónico
- ☐ Facebook, twitter, tuenti...
- ☐ Buscar en Internet
- ☐ Hacer trabajos para clase

Uso de Internet

13. ¿Tienes correo electrónico?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
- ☐ No

14. ¿Cuánto usas el correo electrónico?

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	
Poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

15. ¿Tienes perfil en las redes sociales?

Selecciona la red o las redes sociales en las que tienes perfil

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Facebook
- ☐ Tuenti
- ☐ Twitter

16. ¿Cuánto usas las redes sociales?

Marca solo un óvalo.

	0	1	2	3	4	5	
Poco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mucho

17. ¿Sueles ver videos por Internet?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
- ☐ No

18. ¿Sueles buscar información en Internet?

Por ejemplo, para hacer trabajos

Marca solo un óvalo.

- ☐ Si
- ☐ No

Con la tecnología de



C | Cuestionarios post-sesion de AssisT-Out y Google Maps

Los siguientes cuestionarios realizados con Google Forms, recogen diferente información acerca de la percepción del usuario sobre las rutas realizadas y herramientas utilizadas.

AssisT-Out

1. ¿Crees que has llegado al punto misterioso?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ No se

2. ¿Has entendido la aplicación?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

3. ¿Cómo ha sido el manejo?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Fácil
- ☐ Difícil
- ☐ Regular

4. ¿Cómo ha sido el camino?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Fácil
- ☐ Normal
- ☐ Difícil

5. ¿Has entendido las fotos?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

6. ¿Te han ayudado las foto para saber a donde dirigirte?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

7. ¿Has entendido la barra de progreso?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

8. ¿Te ha sido útil la barra de progreso?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular
- ☐ No la he mirado

9. ¿Te ha ayudado que el móvil te avise vibrando y sonando?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

10. ¿Cómo te ha parecido encontrar los puntos de decisión?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Fácil
- ☐ Difícil
- ☐ Regular

11. ¿Te han parecido suficientes las instrucciones?*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Sí
- ☐ No, había pocas
- ☐ No, había muchas

12. ¿Te parece útil la aplicación?*Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No**13. ¿La usarías si la tuvieses en tu móvil?***Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No☐ NS/NC**14. ¿Se la recomendarías a algún amigo?***Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No**15. ¿Qué es lo que más te ha gustado?**

16. ¿Qué es lo que menos te ha gustado?

17. Participante y cómo lo ha hecho



Navigator

1. ¿Crees que has llegado al punto misterioso?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ No se

2. ¿Has entendido la aplicación?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

3. ¿Cómo ha sido el manejo?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Fácil
- ☐ Díficil
- ☐ Regular

4. ¿Cómo ha sido el camino?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Fácil
- ☐ Normal
- ☐ Díficil

5. ¿Has entendido el mapa?

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

6. **¿Te ha ayudado el mapa para saber a donde dirigirte?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

7. **¿Has entendido la línea azul del camino?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular

8. **¿Te ha sido útil la línea?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular
- ☐ No la he mirado

9. **¿Te ha ayudado que el móvil te avise vibrando?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No
- ☐ Regular
- ☐ No me he dado cuenta

10. **¿Cómo te ha parecido encontrar los puntos de decisión?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Fácil
- ☐ Difícil
- ☐ Regular

11. **¿Te han parecido suficientes la ayuda para hacer la ruta?**

Marca solo un óvalo.

- ☐ Sí
- ☐ No, había poca ayuda
- ☐ No, había mucha ayuda

12. ¿Te parece útil la aplicación?*Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No**13. ¿La usarías si la tuvieses en tu móvil?***Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No☐ NS/NC**14. ¿Se la recomendarías a algún amigo?***Marca solo un óvalo.*☐ Sí☐ No**15. ¿Qué es lo que más te ha gustado?**

.....

.....

.....

.....

.....

16. ¿Qué es lo que menos te ha gustado?

.....

.....

.....

.....

.....

17. Participante y como lo ha hecho

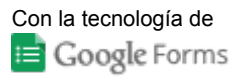
.....

.....

.....

.....

.....



D | Ejemplo de Log de sesión

A continuación se muestra parte del log que se genera con la herramienta de revisión del vídeo. Este log es posteriormente analizado para extraer los datos y medidas relevantes.

Se ha mantenido la estructura general de log diseñado para el proyecto AssisT con el fin de unificar herramientas de procesado así como de facilitar el entendimiento humano del mismo.

- Etiqueta genérica de clasificación del log.
- Nivel de importancia: *info*, *error*, *critical*..
- Marca de tiempo.
- Usuario al que pertenece.
- Tipo de acción: *general*, *interface*, *execution*..
- Información ampliada de la acción.

#	TAG	LEVEL	TIME	USER	ACTION	_TYPE	ACTION	EXTRA	_INFO
	EVALUATION	INFO	1401699501233	MiguelAngel	GENERAL	START			
	EVALUATION	INFO	1401699514006	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE			
	EVALUATION	INFO	1401699527717	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET			
	EVALUATION	INFO	1401699535359	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE			
	EVALUATION	INFO	1401699536803	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET			
	EVALUATION	INFO	1401699545462	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE			
	EVALUATION	INFO	1401699547311	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_STARTS			
	EVALUATION	INFO	1401699549237	MiguelAngel	EXECUTION	REACH_POINT			
	EVALUATION	INFO	1401699550639	MiguelAngel	INTERACTION	INTERVENTION			
	EVALUATION	INFO	1401699554039	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_NOTICES			
	EVALUATION	INFO	1401699561297	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_ENDS			
	EVALUATION	INFO	1401699563774	MiguelAngel	EXECUTION	STOP			
	EVALUATION	INFO	1401699574665	MiguelAngel	EXECUTION	CONTINUE			
	EVALUATION	INFO	1401699581806	MiguelAngel	INTERACTION	CONFUSION			
	EVALUATION	INFO	1401699585030	MiguelAngel	EXECUTION	STOP			
	EVALUATION	INFO	1401699589600	MiguelAngel	INTERACTION	NEED_HELP			
	EVALUATION	INFO	1401699591450	MiguelAngel	INTERACTION	INTERVENTION			
	EVALUATION	INFO	1401699599976	MiguelAngel	EXECUTION	CONTINUE			

EVALUATION	INFO	1401699602259	MiguelAngel	EXECUTION	LEAVE_POINT
EVALUATION	INFO	1401699603849	MiguelAngel	EXECUTION	CROSSING_LOOKS
EVALUATION	INFO	1401699606777	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699623106	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699624543	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699629026	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699630517	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699632863	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699634084	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699643943	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699644889	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699651051	MiguelAngel	EXECUTION	REACH_POINT
EVALUATION	INFO	1401699656452	MiguelAngel	EXECUTION	CROSSING_LOOKS
EVALUATION	INFO	1401699658202	MiguelAngel	EXECUTION	LEAVE_POINT
EVALUATION	INFO	1401699664811	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699665723	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699671031	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699672448	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699681322	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699692698	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699694186	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_STARTS
EVALUATION	INFO	1401699695570	MiguelAngel	EXECUTION	REACH_POINT
EVALUATION	INFO	1401699702106	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699702479	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_NOTICES
EVALUATION	INFO	1401699702861	MiguelAngel	EXECUTION	STOP
EVALUATION	INFO	1401699704843	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699707039	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699709171	MiguelAngel	EXECUTION	ALARM_ENDS
EVALUATION	INFO	1401699714691	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699718560	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699720500	MiguelAngel	INTERACTION	NEED_HELP
EVALUATION	INFO	1401699721261	MiguelAngel	EXECUTION	STOP
EVALUATION	INFO	1401699723925	MiguelAngel	INTERACTION	INTERVENTION
EVALUATION	INFO	1401699731593	MiguelAngel	EXECUTION	CONTINUE
EVALUATION	INFO	1401699734896	MiguelAngel	EXECUTION	CROSSING_LOOKS
EVALUATION	INFO	1401699737206	MiguelAngel	EXECUTION	LEAVE_POINT
EVALUATION	INFO	1401699741509	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699743041	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699747773	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
EVALUATION	INFO	1401699749414	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_MOBILE
EVALUATION	INFO	1401699754228	MiguelAngel	EXECUTION	LOOK_STREET
[...]					
EVALUATION	INFO	1401699819336	MiguelAngel	EXECUTION	REACH_TARGET
EVALUATION	INFO	1401699819987	MiguelAngel	GENERAL	END